



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TREBALL FINAL DE GRAU

TÍTOL: ARVA: Aparell de Recerca de Víctimes per a Allaus

**AUTORS: ALEIXENDRI CRUELLES, JOAN JOSEP; ARRIAGA MATEO,
LORENA; DUQUE MÀRQUEZ, DAVID; GAVIDIA MAESO, DANIEL;
LABRADOR JANSÀ, ANGEL; LLADÓS TOMÁS, PERE-ANTÓN;
MAYORDOMO MORCILLO, JARED**

DATA: Octubre, 2016

COGNOMS: ALEIXENDRI CRUELLES **NOM: JOAN JOSEP**
TITULACIÓ: ENGINYERIA INFORMÀTICA
PLA: GRAU
DIRECTOR: SERGIO SANCHEZ LOPEZ
DEPARTAMENT: ARQUITECTURA DE COMPUTADORS

COGNOMS: ARRIAGA MATEO **NOM: LORENA**
TITULACIÓ: EGINYERIA INFORMÀTICA
PLA: GRAU
DIRECTOR: SERGIO SANCHEZ LOPEZ
DEPARTAMENT: ARQUITECTURA DE COMPUTADORS

COGNOMS: DUQUE MÀRQUEZ **NOM: DAVID**
TITULACIÓ: ENGINYERIA INFORMÀTICA
PLA: GRAU
DIRECTOR: BALDUÍ BLANQUÉ MOLINA
DEPARTAMENT: ENGINYERIA ELÈCTRICA

COGNOMS: GAVIDIA MAESO **NOM: DANIEL**
TITULACIÓ: ENGINYERIA DE DISSENY INDUSTRIAL I DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE
PLA: GRAU
DIRECTOR: SERGIO SANCHEZ LOPEZ
DEPARTAMENT: ARQUITECTURA DE COMPUTADORS

COGNOMS: LLADÓS TOMÀS

NOM: PERE-ANTÓN

TITULACIÓ: ENGINYERIA DE DISSENY INDUSTRIAL I DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE

PLA: GRAU

DIRECTOR: BALDUÍ BLANQUÉ

DEPARTAMENT: ENGINYERIA ELÈCTRICA

COGNOMS: LABRADOR JANSÀ

NOM: ÀNGEL

TITULACIÓ: ENGINYERIA MECÀNICA

PLA: GRAU

DIRECTOR: BALDUÍ BLANQUÉ

DEPARTAMENT: ENGINYERIA ELÈCTRICA

COGNOMS: MAYORDOMO MORCILLO

NOM: JARED

TITULACIÓ: ENGINYERIA DE DISSENY INDUSTRIAL I DESENVOLUPAMENT DEL PRODUCTE

PLA: GRAU

DIRECTOR: SERGIO SANCHEZ LOPEZ

DEPARTAMENT: ARQUITECTURA DE COMPUTADORS

QUALIFICACIÓ DEL TFG

TRIBUNAL

PRESIDENT

SECRETARI

VOCAL

DATA DE LECTURA: Dijous 27 d'Octubre de 2016

Aquest Projecte té en compte aspectes mediambientals: x Sí ☐ No

RESUM

Aquest Treball Final de Grau tracta de la creació d'un Aparell de Recerca de Víctimes d'Allaus (en sigles, ARVA o també anomenat DVA). Sent un equip multidisciplinari de 7 membres (3 del grau de Disseny, 3 del grau d'Enginyeria Informàtica i una persona d'Enginyeria Mecànica) i seguint metodologies Agile, (metodologia que es basa en la iteració contínua del producte o codi tenint en compte unes necessitats que van canviant al llarg del temps) l'ànim d'aquest producte és la ideació d'un dispositiu DVA en tots els seus apartats (disseny estructural, distribució d'elements, electrònica i informàtica) vetllant que aquest dispositiu compleixi amb les normatives actuals i presenti un avanç (tant funcional com tecnològic) en la categoria dels aparells ARVA.

Inicialment, l'objectiu és crear i dissenyar la carcassa i les característiques físiques d'un DVA (tenint en compte la normativa pertinent) així com la distribució dels seus elements interns sota criteris d'usabilitat i estètica (entre altres). Paral·lelament desenvolupar un prototip físic amb components funcionals i implementar un codi que els permeti realitzar les mateixes funcions que realitza un ARVA comercial.

Així doncs, segons el plantejament *Scrum*, (conjunt de bones pràctiques de treball en equip) el producte s'ha anat incrementant mitjançant Sprints (períodes curts de desenvolupament). Alhora, l'equip de desenvolupament ha anat seguint les directrius d'un client, Eloi Martínez, director general de l'empresa *Atmosfera*. qui ha anat seguint el projecte des de l'inici i ha anat donant les seves idees, recomanacions i directrius respecte a les característiques o el disseny del producte, simulant el cas d'una empresa real.

Per tant, a data de presentació, l'equip ha realitzat dos prototips funcionals a escala ampliada, usant el disseny creat i aplicant el codi desenvolupat usant com a processador un Arduino, que compleixen amb els requeriments demanats per el client i els tutors, així com el desenvolupament i el disseny d'una aplicació per a Android (i la seva interfície) que es comunica amb els prototips. A més, s'ha creat dos prototips més (impresos en 3D) de les carcasses a escala 1:1 per a mostrar l'aspecte del aparell el més semblant possible a la realitat.

La conclusió final es que tot i les dificultats que s'han trobat al llarg del projecte, s'ha presentat una solució funcional, clara i que resol la major part de les incògnites presentades tant per el client com per l'equip de desenvolupament, i que presenta les innovacions que es volien implementar, a nivell tant de disseny com de hardware i software. A més, s'ha dissenyat de manera teòrica un arnés al qual aniria enganxat el DVA. Respecte a la metodologia àgil, cal dir que és realment útil per a projectes interdisciplinaris en equip, sempre que es segueixi amb meticulositat, gràcies al seu funcionament de treball en equip.

Paraules clau (màxim 10):

Innovació	Informàtica	Impressió 3D	DVA
ARVA	Agile	Android	Arduino
Disseny	Seguretat		

ABSTRACT

This Final Degree Project is about the development and creation of an avalanche beacon (also named ARVA or DVA). Being a multi-disciplinary 7 member team (3 members from Design degree, 3 from Informatics Engineering and 1 from Mechanical Engineering) and following Agile methodology, (based on constant iterations on the product development, and the possibility of varying the product specifications during the project) the purpose of this project is to design from scratch all the device aspects (structural design, component distribution, electronic and informatic construction) to achieve an improvement (technologic and functional) over the actual ARVA devices, having in mind following the established rules they have to comply with.

Initially, the objective is designing and building the exterior case and physical characteristics of a DVA device (following the actual directives), and the internal distribution of its components under usability and esthetical criteria. On the technical approach, the objective is to develop a physical prototype using working components and implementing a code to allow them to act as a commercial ARVA.

So, according to *Scrum*, (set of good actions and behaviour in a team) the product has been developed in Sprints (short development terms). At the same time the development team have follow some directives from a client, Eloi Martínez, CEO of the Atmosferia company, who has been keeping track of the project from the start, and has been giving ideas, and some advice about the development and design, as a simulation of a real company project.

Therefore, currently the team has built two working larger prototypes, using the team's design and applying the developed code on an Arduino, satisfying the client and project tutors' requests. The team also designed and developed an Android app (and its interface) that can interact with the prototypes. To show the real size of a future commercial ARVA, two 1:1 scale prototype cases have been 3D printed.

To sum up, even though there have been complications on the way, the solution presented resolves most of the challenges found by the client and development team, and adds all the improvements planned both in design and technical. Additionally, a harness for the DVA device has been designed. Regarding Agile methodology, is a good tool to use in multi-disciplinary teams, but only if the rules are followed correctly.

Keywords (10 maximum):

Innovation	Computer Science	3D Printing	DVA
ARVA	Agile	Android	Arduino
Design	Security		

APORTACIÓ INDIVIDUAL AL GRUP

Daniel Gavidia Maeso

Sent un dels 3 estudiants de Disseny, el meu objectiu a l'hora de realitzar aquest projecte (a més de realitzar el projecte en sí) era el d'aprendre sobre metodologies àgils (donat que no s'havien impartit en cap assignatura quan jo la vaig cursar) per poder reflectir-ho en un futur en la meua vida laboral.

En quant a la meua aportació al projecte (i la de la resta de companys) cal dir que hi pot haver informació que no hagi sigut final o hagi sigut descartada (tant de codi com de disseny, per exemple) i que per tant no apareguin en aquesta memòria.

En la primera reunió quan ens vam conèixer els integrants de l'equip ja va quedar clar (per els estudis de cadascun) qui realitzaria què en cada projecte. Així mateix, si algun membre del Tribunal vol analitzar aquesta informació es pot posar en contacte amb qualsevol membre del grup per a veure els arxius originals de qualsevol tipus.

Per a la presentació del Sprint 0 vaig realitzar els primers esbossos del que seria l'ARVA en diferents colors i varietats, presentant una idea d'ARVA que anés al braç, semblant a un *smartwatch* que al final es va descartar per motius de normativa.

Com a part de l'estudi previ vaig ser part de l'equip que va anar a diferents tendes de Barcelona a veure models d'ARVA comercials i preguntar a personal de tenda. També vaig ajudar (tot i que amb un paper més minoritari) en la creació i distribució de l'enquesta.

Per al Sprint 1 vaig començar a realitzar els models en 3D que es presentaren al sprint 2, els Dissenys Volumètrics I i II i els Dissenys Volumètrics Extra. A partir del moment que es va decidir dividir (a petició del client) el dispositiu en 3 gammes, em vaig encarregar del disseny del'ARVA Easy des de la versió inicial que va realitzar Pere-Antón Lladós. La versió inicial, molt bàsica, constava tant sols de la carcassa i dels elements interiors "flotants" a dins.

Com a responsable de disseny del'ARVA Easy em vaig encarregar de dissenyar i desenvolupar les formes inicials a formes reals, així com connectar els elements a la carcassa, tenint cura que aquesta pogués ser fabricada segons el material establert. En aquest disseny hi vaig realitzar (d'acord amb l'equip) nombroses modificacions, hi vaig crear el compartiment de piles, que fins aleshores no era part de la carcassa, vaig canviar la mida de la pantalla, hi vaig afegir la junta d'estanquitat (juntament amb Àngel Labrador) i els sistemes de tancament. Tots aquests redissenys van ser en col·laboració amb al resta de membres del grup, tant amb els d'Informàtica (per col·locació dels diferents elements) com amb els de Disseny (per veure i buscar millors solucions) o amb el de mecànica per resistències de materials i gruixos necessaris. Tot aquest procés va derivar en l'ARVA Easy presentat, molt més complex i desenvolupat.

A partir de l'Sprint 5 vaig ser també encarregat de crear i dissenyar l'arnés que acompanya el DVA, i el sistema d'enganxar-lo per l'esquena i fixar-lo, gràcies a la idea d'un familiar.

La manera que vaig tenir en ajudar a la creació de l'aplicació és la de crear el logotip i la seva justificació. En fases més properes del projecte el meu desenvolupament va baixar al ser escollit SM des de juny i dedicar-me a organitzar l'equip i vetllar per els terminis dels Sprints. També m'he dedicat a la creació (junt a la resta de membres) d'aquesta memòria, tant en contingut com en format.

Lorena Arriaga Mateo

En aquest projecte final de grau s'ha treballat contínuament amb tot l'equip de desenvolupament tant per a la presa de decisions, parlar amb el client i marcar el rumb del projecte. Tot això ha sigut gràcies a les reunions concretaades per a que tots poguéssim escollir, com a equip, com volíem que fos i complir els requeriments i necessitats dels tutors i client.

He pogut aplicar els meus coneixements en metodologies *Agile* apresos durant el grau d'Informàtica, intentant ajudar als membres del grup que desconeixen per complet com funcionava aquesta per tal que s'incorporessin el més ràpid possible a la dinàmica de grup.

La meua aportació al projecte ha estat, sobretot, el desenvolupament de l'aplicació mòbil que acompanya al prototip i, alhora, interacciona amb aquest. Aquesta aplicació ha tingut diversos canvis tant en disseny com en implementació, afegint noves funcionalitats (com ara el Bluetooth, GPS, bases de dades, etc.). El codi de l'aplicació ha estat implementat pels membres d'enginyeria Informàtica alhora, i el disseny ha estat assessorat i modificat pels membres de disseny, per tal d'oferir una interfície agradable, intuïtiva i eficient.

Paral·lelament, els membres d'informàtica hem estat desenvolupant el hardware dels prototipus; és a dir, connectar tots els seus components interns entre ells (Arduino, Bluetooth, mòduls de ràdio, etc.) i comprovar que funcionen. Aquesta comprovació es feia mitjançant tests; provant els components per separat per detectar problemes d'alimentació o si el dispositiu s'havia espatllat. Alhora, s'anava incrementant mica en mica el codi per tal d'incorporar tots els components necessaris.

Per tal que l'aplicació es pogués comunicar amb el prototip, l'equip va establir un protocol de dades que el prototip envia i l'aplicació rep. Es va definir com serien aquestes dades (tenint en compte requeriments tècnics dels components interns) i vigilant que funcionés.

La investigació ha estat un dels altres punts de la meua aportació en aquest projecte. Per una banda, he investigat sobre les diferents tecnologies que el client ens proposava implementar en iniciar les reunions amb ell, verificant si aquestes eren viables o no pel nostre projecte i per la grandària d'aquest;

Alhora també he investigat sobre la implementació d'aplicacions mòbils amb tecnologia Android, com incloure certs objectes que el grup considerava necessaris i com fer que funcionés.

Una de les altres parts on he col·laborat ha sigut en la realització de l'estudi de mercat, apropant-nos a una botiga especialitzada en ARVA per a informar-nos sobre com funcionen, la opinió del venedor, com està el mercat actualment i quins són els requeriments mínims que ha de realitzar un ARVA.

També es va realitzar una enquesta a un grup d'expedició gràcies a un dels nostres tutors, amb la qual es pretenia recollir informació sobre què pensen els usuaris que són més experts en aquest camp i analitzar quines tecnologies eren interessants incloure i quines no, a més de crear un nou disseny que satisfés les necessitats dels usuaris.

D'altra banda he realitzat el càlcul del cost de fabricació del prototip així com el preu de venda al públic amb el company de mecànica. S'ha fet tenint en compte el número d'hores d'impressió de cadascuna de les peces necessàries, el cost de cada component intern i el preu de fer un motlle amb injecció en una fàbrica.

Finalment, he col·laborat a la redacció d'aquesta memòria com la resta de l'equip, organitzant-la, incloent els apartats de cada membre i completant les parts mancants.

Jared Mayordomo Morcillo

Durant la realització d'aquest Treball Final de Grau, l'equip ha treballat conjuntament sota les directrius de la metodologia Agile. D'aquesta forma, tots els membres del grup hem participat en l'organització, la comunicació amb el client i el desenvolupament del producte. Tot i que no havia utilitzat aquest sistema de treball amb anterioritat, l'adaptació va ser relativament ràpida gràcies a l'ajuda proporcionada per companys de l'equip que ja tenien experiència.

La meua contribució personal en aquest treball multidisciplinari ha estat enfocada al camp de disseny de producte. Comptant amb dos dissenyadors addicionals dintre de l'equip, hem pogut comparar els nostres punts de vista i col·laborar per a desenvolupar un producte amb més fortaleeses i menys debilitats.

Després de tenir una reunió inicial amb el client amb l'objectiu de conèixer les seves necessitats i expectatives, vaig elaborar una sèrie de croquis amb diferents propostes per a començar a desenvolupar l'ARVA i el seu arnés. També vaig començar a testejar l'ergonomia d'alguna d'aquestes idees amb models físics construïts amb plastilina.

Les següents tasques que vaig efectuar van ser col·laborar en l'elaboració i distribució de l'enquesta per a poder entendre les necessitats reals dels usuaris i redactar els briefings de l'ARVA EASY, l'ARVA TECH/PRO i l'arnés amb la informació recopilada fins al moment. Tot seguit, vaig realitzar un estudi antropomètric recollint totes aquelles mesures del cos humà que interaccionen amb el producte. Al posterior estudi ergonòmic, vaig contribuir construint maquetes amb escuma i testejant la seva ergonomia per tal de seleccionar la morfologia més adient per als dos models d'ARVA a desenvolupar.

En aquest punt del projecte Pere-Antón Lladós i jo ens vam fer responsables del disseny de l'ARVA TECH/PRO, tot i que també vaig donar suport a Daniel Gavidia amb el disseny de l'ARVA EASY quan va ser necessari. A més de contribuir en la realització del disseny 3D, vaig participar en l'elecció i justificació dels components que integraria el model TECH/PRO. També vaig ser responsable d'efectuar un AMFE per tal de millorar el disseny efectuat de l'ARVA TECH/PRO i introduir un Poka-Yoke a les carcasses dels dos dispositius dissenyats. Després de desenvolupar aquestes tasques, vaig aplicar un AMFE al disseny existent de l'arnés i vaig introduir les millores més rellevants que es van trobar. Amb el disseny dels productes finalitzat, vaig ser l'encarregat d'efectuar els plànols de fabricació i realitzar algunes imatges renderitzades amb la gamma cromàtica corresponent.

De forma paral·lela, vaig donar suport a Àngel Labrador durant la redacció de l'informe de materials (informació sobre els materials) i l'informe de simulació de forces (especificació i justificació de les hipòtesis i anàlisi dels resultats de les simulacions).

Al llarg del projecte he treballat en la redacció i organització d'aquesta memòria conjuntament amb els meus companys d'equip.

Per a finalitzar, tinc la satisfacció d'haver contribuït a la realització d'aquest projecte multidisciplinari aportant els coneixements que he anat adquirint durant els darrers anys. D'aquesta forma, he pogut col·laborar amb estudiants d'altres especialitats amb l'objectiu de desenvolupar un producte més complet i competitiu.

David Duque Márquez

Al ser un projecte fet per metodologia Agile, els membres del grup hem pogut desenvolupar conjuntament pràcticament totes les parts del projecte de les que teníem els coneixements suficients, i incrementant i millorant el producte utilitzant les idees de tots per igual i decidint la millor forma d'actuació.

En el meu cas concret he pogut ajudar a membres de grup amb alguns dubtes de la metodologia, i contribuït sobretot des de la part d'equip de desenvolupament al funcionament per Sprints i la gestió d'aquests.

Sobre la aportació tècnica, he participat activament en el muntatge i desenvolupament del prototip i les seves tecnologies, recercant els components que necessitaríem pel muntatge de totes les funcions que necessitaria l'Arduino per funcionar com un ARVA (Bluetooth, GPS, botons, pantalla i parell emissor-receptor de radiofreqüència), buscant informació de les llibreries implementades a cada component, i comprovant que són capaços de fer les funcions que l'equip necessitava mitjançant codi de prova de cada component individualment. Un cop fet això hem creat un codi amb totes les funcions conjuntes, capaç de comunicar-se amb un altre prototip de les mateixes característiques. A aquest codi se li ha fet un testeig de funcionament de les seves parts, així com una prova de funcionament entre 2 prototips idèntics per veure el funcionament actual del dispositiu (precisió de la distància entre dispositius, possibles errors, etc.)

Un altre aspecte en el que he pres part del prototip és la comunicació d'aquest amb una aplicació per smartphones Android que en un principi ens va servir per substituir el GPS del prototip, i eventualment acabaria funcionant com un valor afegit al projecte, amb una gran millora de visibilitat de les funcions, i, en alguns casos, una addició de funcions al dispositiu ARVA.

En l'aspecte teòric, vam confeccionar una enquesta dirigida a gent familiaritzada amb els esports de muntanya i el tipus d' aparells que buscàvem construir, per tal de poder tenir clar quines de les idees eren més viables pels usuaris finals, i quines es podrien descartar o baixar de prioritat per falta d'interès o necessitat. A conseqüència d'això he buscat i complementat informació amb altres membres de l'equip sobre informació que havíem d'extreure sobre les tecnologies que havien resultat més importants pels enquestats, així com tecnologies interessants pel nostre projecte, proposades pel nostre client.

D'aquestes tecnologies, en vam destacar una, la tecnologia LoRa, i em vaig encarregar de fer un estudi teòric de les especificacions, funcionalitats al prototip, possibles impactes al aparell i una simulació de traspasar la tecnologia a la app d'Android que prèviament havíem implementat. També es va fer un estudi per determinar si era viable desenvolupar la tecnologia en aquest projecte.

En la part final del projecte he ajudat a confeccionar la memòria, afegint seccions, repassant i afegint informació d'interès a d'altres seccions dels companys, afegint els materials i recursos fets servits durant el projecte, així com ajudar decidir la seva organització, forma d'escriure i les seves especificacions finals.

Un cop amb el projecte proper al seu final, he pogut aprendre i afegir nous coneixements als que ja tenia adquirits, i vist diferents formes de treballar, dels membres del grup d'altres disciplines, comprovant que en depèn quina situació, és productiu tenir gent amb unes altres perspectives per avançar amb bon ritme el projecte.

Joan Josep Aleixendri Cruelles

He treballat activament en el projecte com un dels desenvolupadors de la part d'informàtica del projecte. El que em va interessar del projecte és la metodologia que s'ha utilitzat per desenvolupar-lo i l'àrea i dificultat del mateix. Com tots els components he passat per tots els rols possibles de la metodologia Scrum però he passat més temps en el rol de desenvolupador; això no vol dir que sols he desenvolupat, també he dedicat part del temps del projecte a l'administració del grup i contactar amb el client com la resta dels integrants del grup.

El projecte s'ha desenvolupat, en general, de forma uniforme (amb uns quants pics de feina quan els dies eren pròxims a les *deadlines*) i crec que encara que hi hagin coses que no s'han pogut implementar ja sigui per falta de hardware o coneixements s'ha arribat a bon port i hem aconseguit presentar un prototip funcional que fa la seva funció.

En quant a la meua aportació al projecte seré breu i precís en l'informe:

Per començar he ajudat a definir els objectius, aportar idees i solucions respecte el desenvolupament i implementació del projecte, creació d'objectius (històries d'usuari), requeriments i la generació d'idees i feina per fer, he participat activament en pràcticament totes les reunions de l'equip durant el projecte i he ajudat tant en la redacció d'aquesta memòria com en la pròpia documentació prèvia a ser escrita.

També he dissenyat i implementat en gran mesura la lògica interna de l'aplicació mòbil (el mapa, la connexió Bluetooth, la cerca de ARVA,...) amb ajuda de la Lorena i part del seu disseny de finestres i disseny dels components més visibles de les primeres versions de l'aplicació (finestres, menús,...).

En el que he dedicat més temps durant el projecte ha sigut al prototip físic ja que he sigut el responsable de provar la majoria de components electrònics que anaven arribant (els altaveus, les primeres pantalles, el Bluetooth, els botons,...) i un cop funcionant he sigut el responsable de crear i implementar la lògica per fer-los funcionar tal i com el projecte ho requerís. A banda de elaborar el muntatge adequat dels components i fer-los funcionar entre ells (és a dir, fer-los funcionar com a ARVA i no com un parell de botons enganxats a un Arduino amb un parell de antenes).

També cal esmentar que pràcticament tot el codi que hi ha a dintre dels prototips ha estat ideat i implementat per mi. Això significa que he sigut el responsable d'idear, crear, ajuntar i testear pràcticament tot el codi dels prototips i fer els testos necessaris per assegurar el seu correcte funcionament.

En quant al LoRa i el sistema multi víctima vaig intentar implementar la funcionalitat ramat (LoRa) més enllà del punt en que alguns companys van desistir inclús fent entrevistes a gent del meu actual lloc de treball per intentar fer viable el sistema però malgrat que al final es va veure que l'equip no el podia implementar es va deixar en forma teòrica gràcies en gran part als esforços de David; i pel que fa al sistema multi víctima, tant del dispositiu com de la aplicació mòbil, no hagués vist la llum si no fos per la meua dedicació i esforç.

Pere Antón Lladós Tomàs

Una de les parts essencials d'aquest projecte final de grau era forma part d'un grup Agile per a aprendre a treballar en equip juntament amb altres disciplines per a poder intercanviar coneixements i punts de vista totalment diferents sobre diferents aspectes a considerar. S'ha treballat equitativament tot i que les feines de SCRUM MASTER i PRODUCT OWNER han baixat la productivitat, ja que es tractava de dos persones que anaven rotant que es dedicaven exclusivament a aquestes tasques, per tant en la part de desenvolupament sempre érem cinc membres, no obstant, tots hem pogut realitzar aquestes tasques i privilegis.

Com a membre d'aquest grup, he participat en nombroses tasques, ja siguin en el camp del disseny com en les altres disciplines. Les tasques principals executades en el camp del disseny han estat bàsicament les següents:

En l'ARVA EASY em vaig encarregar del dimensionat volumètric del aparell i disseny dels diferents components que allotjava per a que tots els components necessaris per al seu funcionament cavessin en el seu interior amb seguretat de poder realitzar, per a passar posteriorment el disseny al Daniel per a que s'encarregués del nervis interiors i ancoratges per als diferents components, així com d'adaptar-lo a la normativa i realitzar-li altres canvis. Posteriorment, entre els dos vam acabar de concretar amb petits aspectes del disseny final.

En el cas de l'ARVA TECH-PRO, he treballat molt de la mà amb el Jared per a desenvolupar el disseny, ja sigui volumètricament com el nerviat, les juntes, els ancoratges dels components, el ancoratge amb el arnès i altres aspectes.

S'han buscat múltiples solucions per a solucionar un aspecte fonamental del'ARVA, el sistema d'estanqueïtat i per a que podes esser totes les peces no normalitzades injectables en un motlle.

Apart d'aquests aspectes del disseny, també s'ha participat en activitats d'altres disciplines, com en el cas de ajudar a Angel a realitzar anàlisis finits de les nostres carcasses escollint els casos mes desfavorables que es podien produir, ja que sabíem per normativa els requeriments mínims i els esforços que havia de suportar l'ARVA i també realitzar part dels diferents pressupostos al igual que tractar sobre els materials i posteriorment ens vam encarregar del prototipatge en impressió 3D juntament amb comprar els materials necessaris per la impressió dels diferents tipus de carcasses.

Donar suport als informàtics ha estat una altra tasca, ja que ens hem tingut que posar d'acord en els components necessaris per a formar el prototip (GPS, Arduino Mega, Pantalla, Porta piles, Altaveu, i algun altre element), i també en l'App realitzada a les pantalles mostrades, per a que fos el mes més fàcil i intuïtiva possible.

Per últim, nomes m'agradaria donar les gràcies als meus companys per a fer d'aquesta una experiència única al llarg de la carrera i als tutors per a donar-nos la possibilitat de formar part d'un grup multidisciplinari.

Àngel Labrador Jansà

Com a l'únic membre d'Enginyeria Industrial Mecànica la meua inicial va ser ajudar al equip de desenvolupament encarregat dels dissenys dels ARVA Easy i Tech/Pro sota criteris que permetin complir la normativa i en algunes solucions d'encaixos mecànics, com per exemple en l'ARVA Easy, tant en la seva solució d'estanquitat com amb l'ancoratge amb l'arnés.

Prèviament al disseny, entre Lorena i jo ens vam encarregar de cercar i traduir la normativa ETS, per tal de poder tenir en compte tots els aspectes abans d'iniciar el procés creatiu.

A més, com a part del procés d'estudi previ vaig fer part de l'estudi de mercat (tant escrit com presencial a Barcelona amb el Daniel). A més, vaig col·laborar en la redacció de l'enquesta i el seu posterior anàlisi, decidint finalment quines eren les tecnologies a implementar i el camí per el qual avançar el projecte.

Un cop realitzats els estudis previs, vaig començar a estudiar les simulacions de forces i selecció de material, mitjançant el programa de CAD NX 9.0 i el programa CES Edupack. Alhora, anava assessorant, proposant i ajudant en la creació dels dispositius. Després de l'estudi de la normativa vaig plantejar les hipòtesis per tal que s'hi acostessin el màxim possible a la realitat. A més, vaig afegir les peticions del client en aquest aspecte. Aplicant el material seleccionat, les simulacions van demostrar que els dissenys de les diferents gammes d'ARVA podien aguantar les forces necessàries.

Cap a la segona part del projecte, vaig exercir de *Product Owner* fins al final, escoltant els diferents requisits dels tutors i client i posant-les en comú amb la resta del grup per tal d'arribar a un acord i encarar el projecte cap a una mateixa direcció. Alhora, he anat realitzant les diferents Històries d'Usuari, crear gràfiques i interactuar amb el *Scrum Master* per tal decidir reunions i *demos*.

Un cop finalitzats els dissenys i estudiar si eren viables pel compliment de les normatives i que fossin acceptats pel client, vaig començar a crear els diferents prototips de totes les gammes d'ARVA utilitzant tècniques d'impressió 3D, tall làser, pintura i assemblatge. Em vaig encarregar de la obtenció dels diferents materials necessaris per a procedir a la impressió, ja sigui el fil d'ABS, la laca i les pintures de colors. Cal dir que les impressores han fet sorgir molts problemes, amb el qual vaig haver de buscar informació i contactar amb els propis distribuïdors de la marca de la impressora per tal de solucionar els diferents problemes –tant en manteniment com a la compra dels materials idonis per a imprimir-. De cada gamma vaig imprimir una carcassa a mida real i una carcassa sobredimensionada per tal de poder introduir el hardware d'Arduino realitzat pels informàtics al seu interior.

Per finalitzar, també he col·laborat en la redacció d'aquesta memòria, la realització de la presentació final i he estat present en tota mena de decisions que hi ha hagut a l'equip.

SUMARI

1.- INTRODUCCIÓ	27
2.- OBJECTIUS	28
3.- MOTIVACIÓ	29
4.- DESCRIPCIÓ D'UN ARVA	30
4.1.- QUÈ ÉS UN ARVA?	30
4.2.- TIPUS D'ARVA	30
4.3.- CARACTERÍSTIQUES	32
4.4.- INTERPRETACIÓ DEL SENYAL DE L' ARVA	32
4.5.- FASES D'ÚS ARVA	33
5.- ESTUDI DE MERCAT	35
5.1.- ARVA AL MERCAT	35
5.1.1.- MAMMUT PULSE BARRYVOX	35
5.1.2.- ORTOVOX ZOOM+	36
5.1.3.- PIEPS DSP SPORT	36
5.1.4.- ORTOVOX S1+	37
5.1.5.- ARVA EVO 4	37
5.2.- OPINIÓ USUARI I VENEDOR	38
5.3.- ENQUESTA	39
5.3.1.- CLIENTS POTENCIALS	39
5.3.2.- ENQUESTA USUARIS	40
5.3.3.- RESULTATS ENQUESTA USUARIS	42
5.3.4.- CONCLUSIÓ DE L'ENQUESTA I PROJECTE	47
6.- PROJECTE	48
6.1.- GAMMES	48
6.2 TAULA DEFUNCIONALITATS	49
6.3 EVOLUCIÓ DEL PRODUCTE	50
7.- DISSENY	52
7.1.- BRIEFING DE DISSENY	52
7.1.1.- BRIEFING ARVA EASY	52
7.1.2.- BRIEFING ARVA TECH/PRO	53
7.1.3.- BRIEFING ARNÉS	55
7.2.- ESTUDI ANTROPOMÈTRIC	55
7.2.1.- INTRODUCCIÓ	55
7.2.2.- MESURES ANTROPOMÈTRIQUES	56

7.3.- ESTUDI ERGONÒMIC.....	61
7.3.1.- INTRODUCCIÓ	61
7.3.2.- ERGONOMIA EN L'ÚS.....	61
7.4.- ARVA EASY.....	65
7.4.1.- INTRODUCCIÓ	65
7.4.2.- LLISTAT DELS COMPONENTS PRINCIPALS	66
7.4.3.- DESCRIPCIÓ DELS COMPONENTS PRINCIPALS	66
7.5.1.- ANÀLISI DEBILITATS-FORTALESES	75
7.6.- ARVA TECH I PRO	76
7.6.1.- CARACTERÍSTIQUES ARVA TECH-PRO	77
7.6.2.-CONJUNT ARVA TECH-PRO	82
7.7.- ARNÉS.....	83
7.7.1.- DISSENY ARNÉS.....	85
7.7.- AMFE	86
7.7.1.- INTRODUCCIÓ	86
7.7.2.- AMFE D'ARVA EASY	88
7.7.3.- AMFE ARVA TECH / PRO.....	92
7.7.4.- AMFE ARNÉS	96
8.- MATERIALS	98
8.1.- MATERIALS ESCOLLITS	98
8.1.1.- Arnés:	99
8.1.2.- Carcassa:	99
8.2.- DESCRIPCIÓ I PROPIETATS DELS MATERIALS	100
8.2.1.- POLIETILÈ (PE)	100
8.2.2.- COOLMAX.....	100
8.2.3.- NYLON	101
8.2.4.- RIPSTOP.....	102
8.2.5.- POLIOXIMETILÈ (POM)	102
8.2.6.- POLICARBONAT (PC)	103
8.2.7.- ELASTÒMERS DE SILICONA.....	104
8.3.- SIMULACIONS DE FORCES.....	105
8.3.1.- PROVA DE SIMULACIÓ.....	105
8.3.2.- HIPÒTESI DE TREBALL	106
8.3.3.- DADES DE TREBALL.....	106
8.3.4.- CONCLUSIONS	111
9.- IMPLEMENTACIÓ	113

9.1.- ESTUDI TECNOLOGIES	113
9.1.1.- ANTENES 3G	113
9.1.2.- ANDROID	114
9.1.3.- BATERIES	115
9.1.4.- BLUETOOTH.....	116
9.1.5.- GPS.....	117
9.1.6.- LoRa.....	118
9.1.7.- RECCO.....	120
9.2.- COMPONENTS UTILITZATS.....	120
9.2.1 - ARDUINO MEGA.....	120
9.2.2 BLUETOOTH - MÒDUL HC-06.....	121
9.2.3 GPS - UBLOX NEO-6M	122
9.2.4 MÒDUL RADIOFREQUÈNCIA	122
9.2.5 PANTALLA OLED.....	123
9.2.6 ALTRES COMPONENTS	123
9.3.- CONNEXIONS	124
9.4.- PROTOCOLS DE DADES.....	127
9.5.- CODI PROTOTIP	129
9.5.1.- LÒGICA DEL EMISSOR.....	130
9.5.2.- LÒGICA DEL RECEPTOR.....	132
9.6.- APLICACIÓ ARVAPP	135
9.6.1.- REQUISITS DE LA INTERFÍCIE	136
9.6.2.- REQUISITS INFORMACIÓ.....	136
9.6.3.- CASOS D'ÚS.....	137
9.6.4.- DECISIONS TECNOLÒGIQUES	139
9.6.5.- DISSENY APLICACIÓ	140
9.6.6.- APLICACIÓ TERMINAL.....	145
9.6.7.- CODI APLICACIÓ ARVAPP	148
9.7.- ESTUDI TEÒRIC D'IMPLEMENTACIÓ DEL LORA	177
10.- PRESSUPOST TOTAL.....	181
10.1.- LLISTAT MATERIAL NECESSARI PER MUNTAR EL PROTOTIP ARVA... 182	
10.2.- LLISTAT MATERIAL NECESSARI PER MUNTAR ARVA DEFINITIU	183
10.3.- COST DE FABRICACIÓ EN MASSA	184
10.3.1.- DISSENY DEL MOTLLE	184
10.3.2.- MATERIALS	185
10.3.3.- MECANITZAT	186

10.3.4.- TRACTAMENTS TÈRMICS I QUÍMICS	188
10.3.5.- MUNTATGE I AJUST DEL MOTLLE	189
10.3.6.- PRESSUPOST TOTAL DEL MOTLLE	189
10.3.7.- VALORACIÓ.....	190
10.3.8.- COST INJECCIÓ	190
11.- NORMATIVES	192
11.1.-PRESENTACIÓ DEL DISPOSITIU A TESTEJAR	192
11.2.-DISSENY MECÀNIC I ELÈCTRIC.....	192
11.2.1.-GENERAL	192
11.2.2.-CONSTRUCCIÓ	192
11.2.3.- CONTROLS I INDICADORS.....	193
11.2.4.- PREVENCIÓ DE PÈRDUA DE COMPONENTS	193
11.2.5.- PASSAR D'EMISSOR A RECEPTOR.....	193
11.2.7.- TIPUS DE BATERIES/PILES.....	193
11.2.8.- TEMPS D'OPERACIÓ	193
11.2.11.- SISTEMA DE TRANSPORT	193
11.2.12.- FREQÜENCIES	194
11.3.- CONDICIONS GENERALS DE TEST	194
11.3.1.- TESTS DE SENYAL NORMALS.....	194
11.4.- PROVES AMBIENTALS.....	194
11.4.1.- PROCEDIMENT	194
11.4.2.- COMPROVACIÓ DEL FUNCIONAMENT	194
11.4.3.- PROVA DE CAIGUDA SOBRE SUPERFÍCE DURA.....	194
11.5.- PROVES DE TEMPERATURA.....	195
11.5.1.- GENERAL	195
11.5.2.- MÈTODE DE MESURAMENT	195
11.5.3.- CICLE DE BAIXA TEMPERATURA.....	195
11.6.- TEST D'IMMERSIÓ.....	196
11.6.1.- MÈTODE DE MESURAMENT	196
11.6.2.- REQUERIMENTS.....	196
11.7.- RADIACIÓ SOLAR.....	196
11.7.1.- MÈTODE DE MESURAMENT	196
11.7.2.- REQUERIMENTS.....	196
11.8.- TEST D'EXTENSIÓ.....	196
11.8.1.- MÈTODE DE MESURAMENT	196
11.8.2.- REQUERIMENTS.....	196

11.9.- MÈTODES DE MESURAMENT I LÍMITS DE TRANSMISSIÓ DE PARÀMETRES	197
11.9.1.- ERROR DE FREQUÈNCIA.....	197
11.9.2.- INTENSITAT DE CAMP DE SORTIDA	197
11.9.3.- EMISSIONS ESPURI.....	198
11.10.- MÈTODES DE MESURAMENT DE LÍMITS PER PARÀMETRES DE RECEPCIÓ	200
11.10.1.- SENSIBILITAT DEL RECEPTOR	200
11.10.2.- CANVIS EN LA SENYAL REBUDA	201
11.11.- INCERTESA DE MESURES	202
12.- FUTURES LÍNIES	203
12.1.- ELABORACIÓ DE MÒDULS I ANTENES DE LA FREQUÈNCIA D'EMERGÈNCIA.....	203
12.2.- REDUCCIÓ DEL PROTOTIP ELECTRÒNIC AMB CIRCUÏT INTEGRAT....	203
12.3.- IMPLEMETACIÓ DEL SISTEMA RAMAT (LORA).....	204
12.4.- OPTIMITZACIÓ I MILLORA DEL DISSENY	204
12.5.- DOCUMENTAR I IMPLEMENTAR EL PROTOCOL ARVA ESTÀNDARD...	204
13.- CONCLUSIONS	205
14.- AGRAÏMENTS	206
15.- BIBLIOGRAFIA.....	207
15.1.- LLIBRES	207
15.2.- PROGRAMARI.....	207
15.3.- PÀGINES WEB	208
15.4.- NORMATIVES	211
16.- ANNEX	212
16.1.- PLÀNOLS DE FABRICACIÓ	212
16.1.1.- ARVA EASY	212
16.1.2.- ARVA TECH/PRO	223
16.1.3.-ARNÉS	237
16.2.- CODI DVA.....	243
16.2.1.- DVA.H	243
16.2.2.- DVA.INO	244
16.2.5.- DVA_PKT.INO	247
16.2.3.- DVA_ARRAY.INO	250
16.2.4.- DVA_BUZZER.INO	252
16.2.5.- DVA_BUTTONS.INO	252

16.2.5.- DVA_GPS.INO	254
16.2.6.- DVA_DISPLAY.INO	255
16.3.- CODI ARVAPP.....	258
16.4.- RENDERS	301
16.4.1.- ARVA EASY	301
16.4.2.- ARVA TECH/PRO	303
16.5.- CROQUIS I MAQUETES.....	308

SUMARI DE FIGURES

Figura 4.1. Línies de flux del camp magnètic	33
Figura 4.2. Recerca direccional	34
Figura 4.3. Recerca en creu.....	34
Figura 5.1. Mammot Pulse Barryvox	35
Figura 5.2. Ortovox Zoom+	36
Figura 5.3. Pieps DSP Sport.....	36
Figura 5.4. Ortovox s1+	37
Figura 5.5. Arva EVO4.....	37
Figura 6.1. Taula comparativa amb les funcionalitats de cadascuna de les gammes a desenvolupar	49
Figura 6.2. Esquema del Poka-Yoke efectuat per tal de facilitar el muntatge de la placa base (marcat en color verd).	50
Figura 6.3. Evolució física de l'ARVA EASY: plastilina (esquerra), escuma (centre) i impressió 3D (dreta).	51
Figura 7.1. En color blau es ressalta el percentil en el qual ens centrarem per a dimensionar el nostre producte (P25/P75).	56
Figura 7.2. Mesures de l'ésser humà de peu i assegut (segons la Norma DIN 33402).	58
Figura 7.3. Mesures de la mà (segons la Norma DIN 33402. 2 ^a part).	59
Figura 7.4. Mesures de la mà (segons la Norma DIN 33402. 2 ^a part).	60
Figura 7.5. Sistema antilliscant d'un tornavis i morfologia d'un ARVA que s'adapta adequadament a les mans amb guants de neu.....	62
Figura 7.6. Maqueta realitzada amb plastilina per tal de testejar l'ergonomia del primer disseny proposat.....	63
Figura 7.7. Maquetes realitzades amb escuma per tal de testejar l'ergonomia dels diferents dissenys proposats.....	64
Figura 7.8. Vista general de l'ARVA subjectat amb l'arnés.....	65
Figura 7.9. Vista general dels diversos nervis aplicats a la carcassa superior de l'ARVA EASY.....	67
Figura 7.10. Vista general dels diversos nervis aplicats a la carcassa inferior de l'ARVA EASY.....	67
Figura 7.11. Aplicacions de forma correcte (esquerra) i incorrecte (dreta) de la junta d'estanquitat a la carcassa de l'ARVA EASY.	68
Figura 7.12. Maqueta realitzada amb escuma per tal de garantir la bona ergonomia de la carcassa de l'ARVA EASY.	69
Figura 7.13. Vista de detall de la clavilla del botó ON-OFF de l'ARVA EASY.....	70
Figura 7.14. Vista de detall de les posicions del botó emissió-recepció de l'ARVA EASY.....	70

Figura 7.15. Vista de detall del compartiment de piles de l'ARVA EASY.....	71
Figura 7.16. Vista de detall de la pantalla LCD de l'ARVA EASY.....	72
Figura 7.17. Vista general de la placa base <i>Arduino</i> que s'utilitzarà per a construir el prototip físic de l'ARVA EASY.....	74
Figura 7.18. Vista de detall del connector Jack 3.5 de l'ARVA EASY.....	75
Figura 7.20. Estanquitat entre carcasses.....	78
Figura 7.21. Compartiment de piles ARVA Tech/Pro	79
Figura 7.22. Ubicació de la bateria de l'ARVA Tech/Pro	79
Figura 7.23. Taula comparativa dels tres botons (endavant, endarrere i ok) i el <i>joystick</i>	80
Figura 7.24. Joystick de l'ARVA Tech/Pro.....	81
Figura 7.25. Diferents tipus de connectors micro USB.....	81
Figura 7.26.Connexió amb l'arnés i ON/OFF.	82
Figura 7.27.Vista i renderitzat especejat del conjunt Tech/Pro.....	82
Figura 7.28. Vistes generals del disseny de l'arnés de l'ARVA EASY.....	84
Figura 7.29.Vistes de detall dels components que formen l'arnés.....	84
Figura 7.30. Sistema de goma amb final de recorregut.....	85
Figura 7.31. Visualització esquemàtica del conjunt i renders.	85
Figura 7.32. Exemple d'AMFE d'un eix que transmet el moviment.....	86
Figura 7.33. Exemple d'AMFE d'un eix que transmet el moviment.....	87
Figura 7.34. Vista general simplificada de l'ARVA EASY per tal de veure amb claredat les interaccions que hi ha entre els diferents components.	88
Figura 7.35. Taula d'AMFE de l'ARVA EASY.....	89
Figura 7.36. Taula comparativa dels components abans de realitzar l'AMFE i després amb els canvis efectuats per tal de millorar el disseny efectuat.	91
Figura 7.37. Taula d'AMFE de l'ARVA EASY.....	92
Figura 7.38. Taula comparativa dels components abans de realitzar l'AMFE i després amb els canvis efectuats per tal de millorar el disseny efectuat.	95
Figura 7.39. Taula d'AMFE del arnés.....	96
Figura 7.40. Taula comparativa dels components abans de realitzar l'AMFE i després amb els canvis efectuats per tal de millorar el disseny efectuat.	97
Figura 8.1. Informació del material proporcionada pel programa NX 9.....	108
Figura 8.2. Aplicació de forces calculades per a les tres diferents hipòtesis.	109
Figura 8.3. Resultats de la simulació per a la hipòtesi 1 dels dispositius EASY i TECH/PRO.	110
Figura 8.4. Resultats de la simulació per a la hipòtesi 2 dels dispositius EASY i TECH/PRO.....	110

Figura 8.5. Resultats de la simulació per a la hipòtesi 3 dels dispositius EASY i TECH/PRO.....	111
Figura 8.6. Propietats mecàniques del Policarbonat.	111
Taula 9.1. Característiques Arduino Mega.....	121
Taula 9.2. Característiques mòdul Bluetooth HC-06	122
Taula 9.3. Característiques mòdul GPS.....	122
Taula 9.4. Característiques mòduls RF433 (emissor i receptor).....	123
Taula 9.5. Característiques pantalla OLED	123
Figura 9.6. Connexions dels components amb l'Arduino Mega.....	124
Figura 9.7. Estructura dels paquets ARVA-ARVA	127
Figura 9.8. Estructura dels paquets ARVA-Arvapp/Arvapp-ARVA.....	128
Figura 9.9. Diagrama de flux dels ARVA.....	130
Figura 9.10. Estructura ARVA.....	131
Figura 9.11. Estructura d'un paquet.....	131
Figura 9.12. Casos d'ús.	137
Figura 9.12. Eixos presents a la interfície de Google Material Design.....	140
Figura 9.14. Mesures i densitat predefinides per Google.	141
Figura 9.15. Paleta oficial de colors del Google Material Design.....	141
Figura 9.16. Iteracions del logotip des de la primera idea fins al producte final.	142
Figura 9.17. Logotip definitiu.....	143
Figura 9.18. Cromatografia del logotip	144
Figura 9.19. Captura de pantalla del permís Bluetooth	145
Figura 9.20. Llistat de dispositius de Bluetooth activats	145
Figura 9.21. Mode emissor i mode receptor.....	146
Figura 9.22. Mapa amb localització fictícia de l'usuari.....	147
Figura 9.23. Captura de pantalla de la pestanya estats	147
Figura 9.24. Captura de pantalla de l'enviament del missatge al servei d'emergències	148
Figura 9.25. Diagrama d'estats del LoRa	177
Figura 9.26. Pseudocodi d'inici de la jornada	178
Figura 9.27. Pseudocodi de la travessa	178
Figura 9.28. Pseudocodi del mode recepció	179
Figura 9.29. Interfície Android dels ARVA escanejats i el seu estat	179
Figura 9.30. Interfície Android del cas de recepció i mapa mostrant la última senyal emmagatzemada	180
Figura 10.1. Taula de costos d'elaboració del projecte	181

Figura 10.2. Taula de costos d'un prototip	182
Figura 10.3. Taula de costos d'impressió 3D de la carcassa del prototip	183
Taula 10.4. Taula de costos de fabricació d'un prototip.....	183
Taula 10.5. Taula de costos de materials.....	186
Taula 10.6. Taula d'hores de mecanitzat	188
Taula 10.7. Presupost total del motlle	189
Figura 11.1. Límits d'errors de freqüència.....	197
Figura 11.2. Límits de la intensitat de transmissió màxima	198
Figura 11.3. Límits de la intensitat de transmissió màxima	198
Figura 11.4. Límits de les emissions espuri	199
Figura 11.5. Límits de l'energia d'emissió radiada.	200
Figura 11.6. Límits de la sensibilitat del receptor	201
Figura 11.7. Límits de la incertesa de les mesures	202

GLOSSARI DE SIGNES, SÍMBOLS, ABREVIATURES, ACRÒNIMS I TERMES

3G: (“Third Generation”, tercera generació de comunicació) Sistema de comunicació telefònica usada pels mòbils per enviar dades de veu, vídeo i paquets per accedir a Internet.

Agile: Procés de desenvolupament basant l’avanç del projecte en intervals o iteracions, fent possible la reacció davant els canvis.

AMFE: Eina emprada al món del disseny industrial amb l’objectiu d’analitzar i quantificar els errors o les debilitats dels processos o les peces de forma preventiva, abans de començar la seva fabricació en sèrie.

Anàlisi DAFO: És un mètode de planificació estratègica per a avaluar les Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats d’un projecte. Consisteix en especificar l’objectiu a assolir i identificar els factors interns i externs que són favorables o desfavorables per a aconseguir aquest fi.

Anàlisis d’elements finits: Tècnica de simulació amb programes informàtics utilitzada amb l’objectiu d’analitzar i millorar el producte dissenyat. Permet trobar i resoldre problemes estructurals o de rendiment en un entorn virtual, sense la necessitat de realitzar proves físiques sobre un prototip.

Android: Sistema operatiu per a mòbils intel·ligents. Es destaca per una possibilitat molt gran de personalització i facilitats per desenvolupar aplicacions.

Arduino: Mini-computador on es poden connectar fàcilment dispositius i mòduls electrònics per ser programats i utilitzats. Fàcil de programar, i amb una gran varietat de components compatibles.

ARVA: Sigles que signifiquen “Aparell de Recerca de Víctimes d’Allaus”.

Bluetooth: Sistema de comunicació sense fils de curta distància. Té un consum molt baix i és comú en dispositius electrònics portàtils.

Briefing: Document escrit que reuneix de forma concisa els paràmetres amb els que un dissenyador o departament de disseny comença a desenvolupar un producte. S’elabora a partir de la informació que proporciona el client al començament del projecte; recollint informació clau sobre la seva empresa, els objectius que pretén assolir, el seu públic *target*, la competència que es troba al mercat i qualsevol dada addicional que pugui ajudar a enfocar el producte de manera correcta.

DVA: Sigles que signifiquen “Detector de Víctimes d’Allaus”. Sinònim d’ARVA.

Daily: Paraula anglesa que significa “diari”. En *Scrum*, és una quedada diària de màxim 15 minuts on el SM va preguntant a cada membre de l’equip què ha realitzat, quins problemes ha tingut i què farà en un futur.

Emmotllament per injecció: Procés de fabricació que consisteix a injectar un polímer en estat fos a un motlle tancat sota pressió. Un cop el material es solidifica, s’obre el

motlle i s'extreu la peça de la cavitat. Alguns dels avantatges pels que destaca aquest mètode són la possibilitat de fabricar peces amb geometries molt complexes, el seu alt nivell de producció amb un baix cost i els bons acabats superficials i les bones toleràncies dimensionals de les peces motllades.

Estudi antropomètric: Consisteix en la cerca i l'anàlisi de les mesures de les parts del cos humà que interaccionaran amb el producte que es pretén dissenyar. Abans de concebre qualsevol objecte destinat a l'ús humà, es imprescindible considerar les dimensions corporals dels futurs usuaris.

Estudi ergonòmic: Consisteix en l'anàlisi de l'adaptació del producte al seu futur usuari, per tal d'aconseguir una major comoditat i eficàcia. L'ergonomia està present en qualsevol interacció entre el producte i el cos humà, utilitzant com a referència les mesures recopilades a l'estudi antropomètric.

Especejament: Vista del producte on els components estan separats en diferents direccions, segons el funcionament o l'ordre de fabricació. Serveix per a veure amb claredat on està cada peça, es sol usar en plànols de fabricació per a referenciar cada peça.

GPS: Sigles de Global Positioning System. Sistema de geolocalització usant satèl·lits. Actualment és bastant comú a mòbils i aparells de muntanya.

Impressió 3D: És un mètode de fabricació per adició que permet crear un objecte tridimensional mitjançant la superposició de capes successives de material. De forma general, les impressores 3D són més ràpides, econòmiques i fàcils d'utilitzar que altres tecnologies de fabricació per adició.

Junta Tòrica: Component aïllant de goma que s'utilitza en una junta per a evitar la pèrdua o entrada d'un fluid.

Línies de flux: Línies que genera un camp magnètic. Com més distància, més es dispersen.

LoRa: Prové de LoRaWAN, que vol dir "Long Range Wide-area network" (xarxa de llarg abast i àmplia). Tecnologia de comunicació sense fils a llarga distància. Es caracteritza per enviar poques dades, però sense pèrdues davant d'obstacles.

Maqueta: És una reproducció física en tres dimensions -a una escala determinada- d'una màquina, disseny o instal·lació industrial. Generalment es realitza amb materials fàcilment mal·leables i s'utilitza per a analitzar la forma i el volum del producte abans de prendre una decisió final.

Metodologia àgil: Veure Agile.

Poka-Yoke: Terme japonès. Dins del gran nombre de processos que es porten a terme per a fabricar un producte es troben muntatges i altres operacions simples però molt repetitives, augmentant el risc de cometre un error durant la fabricació. Per tal de

minimitzar aquesta possibilitat i garantir un muntatge correcte de les diferents peces s'utilitza l'eina Poka-Yoke, la qual busca evitar els possibles errors -ja siguin d'àmbit humà o automatitzat- emprant un sistema que ho impedeixi. Per posar un exemple, el connector d'un USB és un Poka-Yoke degut a què no permet connectar-lo al revés.

Placa integrada: Placa base personalitzada que combina tots els xips de diferents components (GPS, Bluetooth, etc.) i hi afegeix el circuit per poder-los fer servir en conjunt. Més petit que un Arduino.

Ports d'Entrada/Sortida: Ports que l'Arduino fa servir per comunicar dades entre ell i qualsevol dispositiu destinat a funcionar en conjunt.

Protocol de dades: Estructura de missatges que s'envien dos dispositius per ser capaços de gestionar i entendre els paquets que reben i envien.

Prototip: És una reproducció funcional en tres dimensions -a una escala determinada- d'una màquina, disseny o instal·lació industrial. Generalment es construeix amb materials més robustos que els d'una maqueta i s'utilitza per a demostrar i verificar la funcionalitat del producte abans de la seva comercialització.

Product Owner: Paraula anglesa que es tradueix aproximadament com: "el coneixedor del producte" o "l'amo del producte". Dins l'*Scrum*, és qui s'encarrega de la comunicació amb el client i de transformar les seves necessitats en històries d'usuari, que són els objectius.

Scrum: Conjunt de bones pràctiques on es crea un rol de Product Owner i un de Scrum Master, entre altres. Normalment s'usa amb metodologies àgils.

Scrum Master (SM): Rol de *Scrum*, on el SM és l'encarregat que l'equip funcioni i soluciona els problemes que hi puguin haver. A més, realitza les quedades *Daily* i és l'encarregat de portar els temps de les cerimònies d'*Scrum*.

Sistema de clavilla: Sistema que funciona amb una clavilla introduïda en un forat.

Sistema integrat: Veure Placa integrada

Termoplàstic: Plàstic rígid a temperatura ambient que es torna mal·leable quan s'escalfa, retornant a un estat sòlid al refredar-se. A diferència dels plàstics termostables, mantenen les seves propietats malgrat hagin estat escalfats o modelats diverses vegades.

Wearables: Aparells electrònics intel·ligents que simulen una peça de roba, o aparells incorporats a una peça de roba. (rellotges intel·ligents, jerseis amb sensors, etc.).

ZigBee: Conjunt de protocols d'alt nivell que permeten l'enviament de dades mitjançant radiodifusió digital de baix consum. Té menys consum que Bluetooth.

1.- INTRODUCCIÓ

Aquest projecte ha estat realitzat en un equip multidisciplinari compost per 7 persones de diferents enginyeries: enginyeria mecànica, enginyeria de disseny industrial i enginyeria informàtica. Tot el projecte ha estat desenvolupat per tots els integrants del grup, parlant i prenent decisions conjuntament mitjançant les metodologies àgils.

El desenvolupament d'aquest projecte té com a finalitat crear un aparell o dispositiu de recerca (Detector de Víctimes d'Allaus) que permeti el rescat de persones que hagin patit una allau de neu a la muntanya, donant-li un enfoc més innovador i adaptant-lo a noves tecnologies, a més d'assegurar-ne la seva ergonomia, comoditat i adaptabilitat al cos millorant el disseny del dispositiu.

Es va començar el projecte amb una fase d'aprenentatge de la metodologia per part dels integrants i conèixer-nos entre nosaltres. Un cop definit el producte que es volia obtenir, es va seguir amb una fase d'anàlisi i estudis: estudi del mercat actual, estat de l'art, anàlisi del mercat potencial del producte i necessitats dels usuaris, estudi de les tecnologies per a veure quines són aptes pel producte. A l'hora es van realitzar diferents estudis d'ergonomia i usabilitat, per saber quines formes aproximades podrien ser més còmodes per l'usuari a l'hora d'usar el producte.

Finalitzada la fase d'estudi i anàlisi, es va seguir amb la creació del producte complint els requisits dels estudis incrementant-ne el seu valor setmana a setmana gràcies a diferents propostes i canvis.

L'objectiu inicial és abastar al principal mercat potencial d'aquests dispositius, és a dir, persones dedicades a esports de muntanya tal com travessa o esquí. Tindrà les funcionalitats bàsiques de la resta d'aparells dedicats al rescat de víctimes d'allaus però, a més a més, donant-li el tret distintiu en quant a disseny i un sistema software d'aplicacions per a mòbils utilitzant la plataforma *Android* (Sistema operatiu per a mòbils intel·ligents. Es destaca per una possibilitat molt gran de personalització i facilitats per desenvolupar aplicacions).

El dispositiu que es vol crear pretén ser una eina d'ajuda per a situacions d'emergència, tant com als serveis d'emergències (que rescaten a les víctimes d'allaus) com per als companys del grup que fa una travessa i s'han trobat amb una allau; per tant, el dispositiu ha de ser fàcil, intuïtiu, però sobretot eficaç i útil.

2.- OBJECTIUS

Els objectius que es pretenen aconseguir mitjançant la realització d'aquest projecte són els següents:

- Posar en pràctica els coneixements adquirits al llarg de la carrera de les diferents enginyeries de les quals es compona el grup del projecte.
- Analitzant els dispositius actuals, adaptar-los al dia a dia actual per a fer-los intuïtius, ergonòmics i còmodes per facilitar-ne el seu ús.
- Innovar els aparells amb tecnologies noves i actuals, mitjançant connexió amb mòbils Android.
- Incorporació d'elements electrònics per a la transmissió de dades entre aparells com ara Bluetooth (sistema de comunicació sense fils de curta distància. Té un consum molt baix i és comú en dispositius electrònics portàtils).
- Potenciar les funcionalitats bàsiques d'un aparell de recerca de víctimes d'allaus actuals del mercat.
- Aprendre a treballar amb un client d'una empresa.
- Adaptar les funcionalitats que s'afegeixen als diferents tipus de consumidors.
- Realitzar un disseny que compleixi la normativa establerta sobre aquests dispositius, sigui còmode de portar i ràpid d'utilitzar en cas d'emergència.
- Arribar a tenir un aparell capaç de fer les funcions d'un ARVA comercial, que tingui noves funcions valuoses pels usuaris.
- Posar en pràctica i aprendre a treballar amb la metodologia AGILE (Procés de desenvolupament basant l'avanç del projecte en intervals o iteracions, fent possible la reacció davant els canvis).

3.- MOTIVACIÓ

Una de les motivacions principals del grup era treballar en una nova metodologia categoritzada a diferenciar-se de la resta de metodologies actuals: la multidisciplinària amb *Scrum*(conjunt de bones pràctiques, veure glosari). Aquesta metodologia s'apropa més a la manera de treballar actualment al món laboral, ja que quan s'entri a una empresa es treballarà amb gent formada de la mateixa manera que nosaltres. Per tant, quina millor manera que desenvolupar un projecte amb més persones aplicant una metodologia laboralment utilitzada per així adaptar-se i aprendre de les diferents branques d'enginyeria aplicades.

Per tant, una de les motivacions era els coneixements de les diferents enginyeries que es pot arribar a aprendre formant un prototip (reproducció funcional en tres dimensions -a una escala determinada- d'una màquina, disseny o instal·lació industrial) o producte funcional que s'assembli el màxim possible a la idea concebuda.

A més a més, cal afegir el fet de treballar amb un client d'una empresa real, el qual ha motivat a veure el projecte des d'un punt de vista més empresarial en quant a que el producte pugui comercialitzar-se, sigui rentable i atractiu pel mercat.

4.- DESCRIPCIÓ D'UN ARVA

Per a realitzar un bon disseny d'un dispositiu DVA cal explicar que és aquest producte i entendre com funciona. Com a contextualització de projecte s'ha elaborat una descripció sobre què és i com funciona aquest producte. Així, es tindrà més clara la millor manera de dissenyar-ne un. Aquest punt proporciona informació sobre el funcionament, la funcionalitat d'aquest aparell i els diferents tipus que existeixen actualment.

4.1.- QUÈ ÉS UN ARVA?

Un dispositiu de recerca per a víctimes d'allaus és un aparell que ajuda durant la cerca, localització i rescat de persones que han quedat atrapades per una allau. Tècnicament és un emissor i receptor de senyals de ràdio que funcionen a una freqüència de 457 KHz. Per tant, tots els dispositius ARVA són compatibles entre ells independentment de la marca que siguin.

Aquest dispositiu és portat per cada membre del grup que forma l'expedició. Tots ells, a l'inici, portaran l'ARVA en mode emissor i, en cas de patir una allau i que algun membre del grup quedi soterrat, els membres restants canviaran el seu ARVA a mode receptor.

La funció del mode emissor consisteix en emetre una senyal des d'una localització on la persona ha quedat sepultada, i la del receptor, trobar el punt des d'on s'emet la senyal i així poder rescatar la víctima.

4.2.- TIPUS D'ARVA

Ente els dispositius ARVA que es troben a l'actualitat, la gran majoria són digitals amb 3 antenes, encara que es poden trobar de 2 o 1 antena. Es poden trobar, també, ARVA commutadors entre el sistema analògic i digital. La diferència entre interpretar la senyal de manera analògica o digital és la següent:

- Digitalment: transforma la senyal rebuda en una senyal digital que pot veure's a la pantalla del dispositiu. Indicarà, així, la posició de la víctima amb més precisió que de la forma analògica però, per contra, tindrà menys abast.
- Analògicament: transforma la senyal rebuda en una senyal acústica o lluminosa. En el cas acústic, sonarà de manera intermitent indicant la proximitat de la víctima. En el cas lluminós, la intensitat de la llum serà l'indicador.

4.3.- CARACTERÍSTIQUES

Algunes de les característiques bàsiques dels ARVA són les següents:

- Tenen un display digital LCD o LED que permet veure a l'usuari una fletxa indicant la direcció d'on es troba la víctima en aquell moment.
- En quant a l'abast de recerca, la mitjana de distància és de 50 metres, però depèn de la marca i dispositiu, ja que n'hi han alguns que varien de més a menys 10 metres d'aquest valor.
- Contenen un altaveu amb el qual s'emet senyals sonors que indiquen la proximitat del rescatador amb la víctima. La gran majoria dels aparells també permeten connectar auriculars per poder escoltar millor aquests senyals sonors.
- Una propietat important que tenen els últims models del mercat és la possibilitat d'obtenir la senyal de múltiples víctimes, on el propi usuari pot discriminar o centrar-se en la cerca d'una de les víctimes mentre l'aparell no perd la localització de la resta que encara queden per rescatar.
- Alhora, un valor afegit bastant usual és el canvi automàtic a mode emissor. En aquest cas, si l'emissor que està en mode receptor i és víctima d'una altra allau, llavors el propi dispositiu es posarà en mode emissor automàticament per a que la resta pugui rebre la seva senyal.

4.4.- INTERPRETACIÓ DEL SENYAL DE L' ARVA

La ubicació dels ARVA es basa mitjançant la intensitat i direcció del camp magnètic que és generat i a la vegada rebut per un altre. Per rebre aquesta senyal de la manera el més perfecte possible, l'antena ha de localitzar la senyal direccionalment. És a dir, si l'antena del dispositiu es troba paral·lela al camp magnètic detectarà tota la seva intensitat; en canvi, si l'antena es troba perpendicular a les línies de camp magnètic, no detectarà pràcticament res. Per aquest motiu, és important saber el nombre d'antenes de les quals disposa l'aparell; amb 3 antenes perpendiculars entre si es pot localitzar pels 3 eixos (x, y, z) tridimensionals de l'espai i detectarà molt millor la senyal que un de 2 o 1 antena. Si el dispositiu té menys de 3 antenes, s'ha d'anar movent-los entre els tres eixos fins a trobar la senyal amb més intensitat.

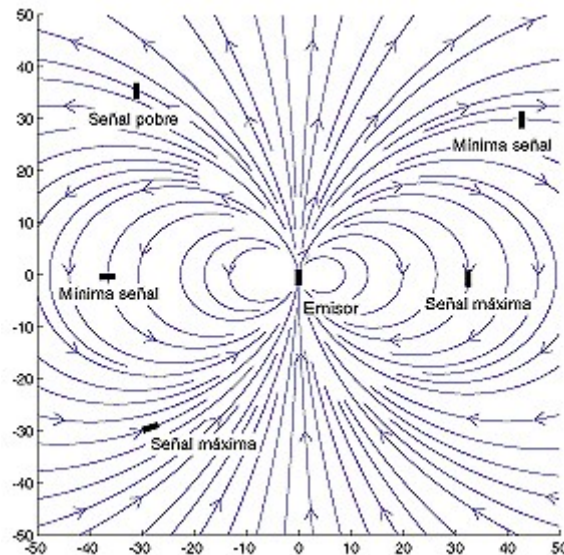


Figura 4.1. Línies de flux del camp magnètic

4.5.- FASES D'ÚS ARVA

L'ús dels ARVA en cas d'allau es basa en tres fases:

- Recerca primària: tots els dispositius que no han quedat sepultats han d'estar en posició de recepció, ja que sinó podrien obstruir la recerca. Llavors es fa un recorregut de la zona on s'ha produït l'allau per a buscar la senyal transmesa.
- Recerca secundària: en aquesta fase l'objectiu és apropar-se al punt on es troba la víctima amb el menor temps possible. Es coneixen dos mètodes:
 - Mètode de recerca en creu: consisteix en continuar amb la direcció que s'havia pres fins a obtenir la primera senyal fins que el soroll disminueix. En aquell punt, s'haurà trobat el punt de senyal màxim. Sense canviar la orientació del dispositiu, es disminueix el volum i es realitza un canvi de direcció de 90 graus cap al sentit on la senyal sigui major. Quan es troba la senyal de major intensitat s'identifica aquell punt com a un nou màxim. És un mètode útil pels ARVA analògics de 1 antena.
 - Mètode direccional: ja que totes les línies de flux (línies que genera un camp magnètic, com més distància, més es dispersen) del camp porten a la víctima, només s'ha de seguir una d'aquestes línies. Gràcies al propi aparell es pot fer de manera fàcil, ja que aquest indica la direcció que cal seguir. És un mètode útil per la resta de ARVA.
- Recerca terciària: es localitza la senyal de màxima intensitat rebuda que proporcionarà una estimació de la posició de la víctima.

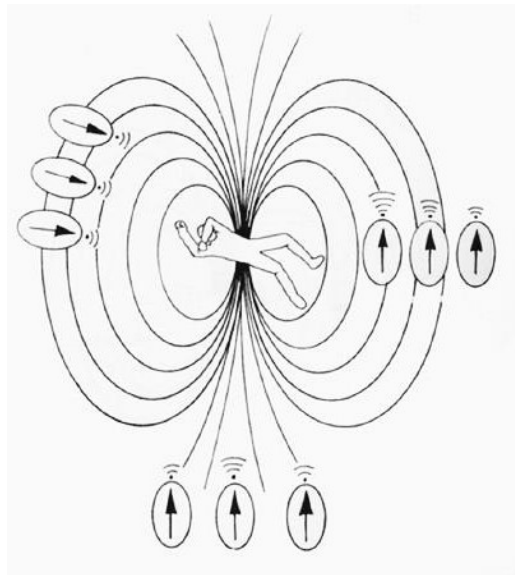


Figura 4.2. Recerca direccional

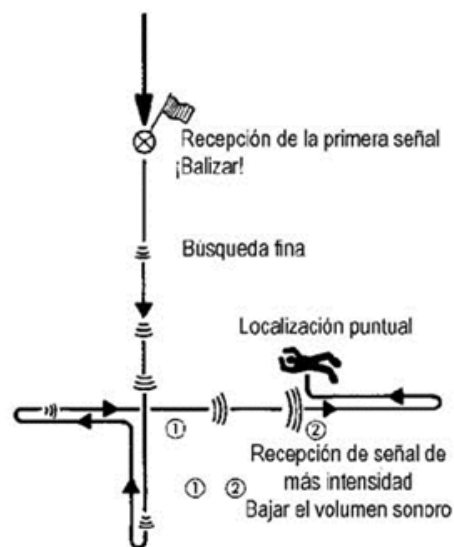


Figura 4.3. Recerca en creu

5.- ESTUDI DE MERCAT

En aquest estudi es compararan quatre models diferents de ARVAdels que existeixen actualment al mercat. Per a la recerca d'informació s'han visitat tres botigues especialitzades d'esports de muntanya i s'han tingut en compte les opinions dels diferents venedors que han assessorat sota les seves experiències com usuaris i, també, comptant amb les opinions dels seus clients.

5.1.- ARVA AL MERCAT

Donat que el concepte d'aparell ARVA existeix des de fa més de 40 anys, és una tecnologia que ha anat evolucionant al llarg del temps. Per aquesta raó, hi ha poques marques que comercialitzen un DVA i tenen una àmplia experiència en aquest aspecte. Actualment al mercat, dels diferents models ARVAdels quatre grans fabricants(Mammut, ARVA, Pieps, ORTOVOX) s'han analitzat els seus últims models.

5.1.1.- MAMMUT PULSE BARRYVOX

Compta amb un sistema analògic i digital de tres antenes per obtenir la màxima precisió de cerca. Incorpora un display digital per a proporcionar les indicacions i les víctimes seleccionades per tal de fer una recerca ràpida i intuïtiva. Les seves característiques són:

- 3 antenes
- Abast de 50m (digital) i 80m (analògic)
- 113x75x27mm
- Sistema multi víctima amb discriminació de víctima
- Senyals acústics
- Maneig mitjançant botons
- Pantalla gràfica, localització ràpida
- Durada 250h en mode emissió
- Alta resistència a cops i trencament
- Dos perfils d'usuari (Basic / Advanced)
- Intuïtiu
- Pes de 210g



Figura 5.1. Mammut Pulse Barryvox

- Preu de 380€

5.1.2.- ORTOVOX ZOOM+

ARVA digital, que incorpora l'ús de 3 antenes amb maneig senzill reduint l'ús dels botons. Té una pantalla LED com a indicador de distància, un interruptor d'encesa i apagada i un altre per passar d'emissor a receptor. La distància es marca amb números (metres) i també té fletxes LED que s'il·luminen indicant-ne la direcció, a més del senyal acústic.

El seu sistema multi víctima és fins a dues víctimes i les seves característiques són:

- Si en 120 segons en mode receptor no detecta moviment, es posa en mode emissor
- 100% digital
- Abast de 40 metres
- 116x79x23 mm
- Durada de 250h en mode emissió
- Pes de 200g
- Preu de 220€



Figura 5.2. Ortovox Zoom+

5.1.3.- PIEPS DSP SPORT

ARVA molt fàcil d'usar, permet fer cerques ràpides i precises en cas d'allaus. Totes les seves funcions es controlen mitjançant un botó, i compta amb 3 antenes. Les característiques que té són:

- 3 antenes
- Abast de 50 metres
- 100% digital
- 115x74x27mm
- Durada de 200h en mode emissió
- Pes de 200g
- Preu de 280€



Figura 5.3. Pieps DSP Sport

5.1.4.- ORTOVOX S1+

Aquest ARVA és fàcil d'utilitzar i és més intuïtiu que els seus predecessors. Té una antena SMART que realitza un test quan s'engega l'aparell la qual comprova que les tres antenes que conté funcionen correctament i estan preparades per emetre i rebre senyals. Pot buscar fins a 4 víctimes i, si en 60 o 120 segons d'inactivitat i sense registrar-ne moviment, canvia automàticament a mode emissor. Les característiques principals d'aquest ARVA són:

- 3 antenes
- Antena patentada Smart-Antenna-Technology
- Retroil·luminació de la pantalla
- Senyal acústic
- 100% digital
- Multi víctima fins a 4 víctimes
- Incorpora sistema reflector RECCO
- Abast de 25 metres
- 120x80x30 mm
- Durada de 250h en emissió
- Pes de 230g
- Preu de 425€



Figura 5.4. Ortovox s1+

5.1.5.- ARVA EVO 4

Disseny més innovador amb una nova pantalla LCD, més eficient que els seus predecessors. Ara permet identificar ràpidament el número de víctimes involucrades en la recerca. Característiques principals:

- 3 antenes
- 100% digital
- Multi víctima amb més de 3 víctimes
- Abast de 40 metres
- 135x76x28mm
- Durada de 250h en emissió
- Pes de 220g



Figura 5.5. Arva EVO4

- Preu de 195€

5.2.- OPINIÓ USUARI I VENEDOR

Per tal d'apropar-se a un públic especialitzat en la pràctica d'aquests esports i la opinió que tenen sobre aquest tipus d'aparells, en primer moment es va visitar Vèrtic, una botiga especialitzada en esports de muntanya situada al número 135 del carrer Rocafort, a Barcelona. El venedor és en Ramon, que a banda de la seva feina, és practicant d'esports de muntanya i usuari d'un d'aquests aparells.

Tècnicament va qualificar de millor a pitjor en aquest ordre: Ortovox S1+, Mammut Pulse Barryvox, Pieps DPS Sport, Ortovox Zoom+. Va especificar com a més intuïtiu el Mammut, tot i que tots destaquen per la seva facilitat a l'hora de fer-los servir.

Comenta també que a l'hora d'escollir és important definir quin tipus d'usuari és qui utilitzarà l'aparell, ja que potser no s'utilitzaran totes les prestacions dels aparells més ben dotats en aquest sentit.

Com a usuari, en Ramon utilitza el Mammut, ja que li dóna molta importància al sensor de constants vitals, i a més no li agrada el S1+ per la manera que s'ha d'articular a l'hora d'obrir l'aparell, cosa que creu que el fa més dèbil estructuralment.

Una segona opinió va sortir de la visita a Balmat, una altra botiga especialitzada en esports de muntanya situada al número 527 de la Gran Via de les Corts Catalanes, també a Barcelona. En aquest cas només treballen amb la marca Ortovox.

Comenten que el millor és el S1+, tot i que també diuen que està dirigit a usuaris amb més experiència, ja que té moltes més funcions que el Zoom+. Alhora comenten que la diferència de preu fa decidir a l'usuari moltes vegades, ja que el més bàsic dels aparells compleix amb la funció bàsica per el qual han estat creats aquests dispositius, que cal no oblidar que són una part d'un equip de rescat de víctimes d'allaus. Al mateix temps remarquen que tots els models es poden comprar per separat o en set de rescat conjuntament amb una sonda i una pala.

Finalment, es va contactar telefònicament amb el Departament Comercial de la botiga Barrabés, que es pot situar físicament en diverses localitzacions, Barcelona, Benasc, Osca i Madrid, i indiquen que els dispositius es poden diferenciar en dues categories segons les seves prestacions: alta gama i baixa. Segons l'ús que se li vulgui donar, pot fer que l'usuari es decanti cap a una marca o una altre. Destaquen, però, que tècnicament el S1+ i el Mammut són dels millors dispositius que hi ha al mercat. Com

a usuaris no experimentats, proposen una opció intermèdia amb el model Pieps DPS Sport, que amb prestacions s'acosta molt als dos millors i té un preu molt competitiu.

5.3.- ENQUESTA

S'ha considerat que el primer pas per a dur a terme el projecte és conèixer les necessitats del client, en aquest cas Eloi Martínez de l'empresa Atmosferia. Per aquest motiu, s'ha realitzat una entrevista que complementa amb una enquesta al públic al qual es vol adreçar l'ARVA.

Com a client del projecte, va demanar varies característiques que pensava que podrien ser interessants pel prototip i eventualment a un futur model comercial:

- Autonomia acord a la normativa, però afegint bateries recarregables com a innovació.
- Connexió amb dispositius intel·ligents (*wearables*, *smartphones*).
- Introducció d'una nova tecnologia per monitoritzar membres d'un grup en ruta (LoRa) (Tecnologia de comunicació sense fils a llarga distància, veure glosari).
- Avís fàcil a serveis d'emergència des de l'ARVA
- Avisar al contacte d'emergència de l'usuari en cas d'accident.
- Activació automàtica del mode de recerca en cas d'accident d'un membre del grup.

5.3.1.- CLIENTS POTENCIALS

En aquest apartat es pretén analitzar qui serien els usuaris (i/o clients) a qui anirà destinat aquest ARVA.

- El client d'un producte és aquell qui l'adquireix, ja sigui una persona o una empresa o entitat. El client, però, no té per què ser l'usuari (tot i que en productes específics com un ARVA solen ser la mateixa persona), per tant cal realitzar aquesta distinció.
- L'usuari és aquell que (com el seu nom indica) usarà el producte en últim moment, però que no té per què ser la mateixa persona que qui el compra.

En aquest cas, un ARVA, al tenir un públic tant específic és normalment l'usuari la mateixa persona que el client, és a dir, normalment es compra per a ús propi. També hi ha altres casos, com a familiars o amics de possibles usuaris que adquireixen un ARVA per a la persona en qüestió o entitats excursionistes que podrien adquirir varies unitats per a sortejos o també cursos.

Així doncs, l'usuari final de l'ARVA seria qualsevol persona (en grup preferiblement) d'hàbits excursionistes que vagi a sortir en condicions de neu. Més específicament es poden distingir diferents grups, que serien:

- Aficionats al senderisme i les raquetes de neu: Gent que va a caminar a la muntanya amb raquetes (en condicions d'una quantitat normal o alta de neu).
- Esquiadors (normalment de muntanya): Gent que va a caminar a la muntanya però en aquest cas usant esquís de muntanya. També seria possible veure esquiadors alpins amb ARVA (en cas que esquiïn forapista).
- Alpinistes i escaladors: En aquest cas practicants de l'alpinisme i la escalada, portant l'equip habitual (piolet, grampons, etc.)

Aquests serien els diferents possibles usuaris que podrien adquirir o usar l'ARVA a dissenyar.

5.3.2.- ENQUESTA USUARIS

L'enquesta realitzada als usuaris ha servit per a conèixer què millorarien dels dispositius ARVA i, alhora, conèixer quines funcionalitats de les esmentades amb anterioritat serien interessants i viables per a dur a terme el projecte. Les preguntes es van realitzar a un grup d'usuaris experts que practiquen travessa i, per tant, utilitzen aquests dispositius cada cop que surten en grup. Aquesta enquesta es va enviar a diferents usuaris del C.E. MadTeam (<https://www.madteam.net/>)

L'enquesta està formada per les següents preguntes:

- Quin model d'ARVA utilitzes actualment?
- Quant temps fa que fas servir aquest dispositiu?
 - Menys d'1 any
 - Entre 1 i 5 anys
 - Entre 5 i 10 anys
 - Més de 10 anys
- Has utilitzat mai la funció recerca de víctimes?
 - Sí
 - No
- En cas afirmatiu, et va ser fàcil utilitzar-lo?
 - Sí
 - No
- Què milloraries o afegiries al teu dispositiu ARVA?
 - Noves funcions a més de la recerca de víctimes

- Dimensions
- Comoditat al portar-lo
- Visualització de la informació a la pantalla del dispositiu
- Autonomia (duració de la bateria)
- Visualització de la informació del dispositiu ARVA en rellotges o telèfons intel·ligents
- Estètica
- A les teves expedicions portes algun d'aquests dispositius?
 - Rellotge intel·ligent (*Smartwatch*)
 - Telèfon intel·ligent (*Smartphone*)
 - GPS
 - Altres
- Usabilitat; valora de més a menys important, on 1 és gens important i 5 és molt important:
 - Dimensions
 - Visualització de la informació a la pantalla
 - Facilitat d'ús
 - Indicador de distància mitjançant avisos sonors
 - Duració de les bateries (autonomia)
 - Comoditat del dispositiu ARVA posat
 - Adaptació del dispositiu a les mans
 - T'agradaria que el dispositiu tingués més funcions de les que té actualment?
 - En cas afirmatiu, quines?
- Segons aquesta figura, on consideraries que seria més còmode dur l'ARVA?
 - Panxa
 - Cintura
 - Creuat
 - Altre
- Has tingut problemes amb el teu dispositiu?
 - Massa gran
 - Incòmode
 - Poc intuïtiu (no és fàcil d'utilitzar)
 - Altre
- Funcionalitat; valora de més a menys important, on 1 és gens important i 5 és molt important:

- *GPS o Marcatge Track.* Aquesta funcionalitat enregistra les rutes, camins realitzats, desnivell, etc. les quals es poden descarregar. A més a més, marcaria a la pantalla del dispositiu on està la posició de la víctima i la ruta a seguir
- *Connectivitat amb rellotges intel·ligents (SmartWatch).* Els Smartwatch són rellotges intel·ligents els quals actuen com un telèfon intel·ligent de polsera. Afegint aquesta funcionalitat, es podria veure la pantalla del dispositiu ARVA a la pantalla mateixa del rellotge i canviar de mode emissor a receptor i viceversa
- *Connectivitat amb telèfons intel·ligents (Smartphones).* Afegint aquesta funcionalitat, es podria veure la pantalla del dispositiu ARVA a la pantalla mateixa del telèfon i canviar de mode emissor a receptor i viceversa
- *Identificació i localització dels membres d'un l'equip en tot moment.* Gràcies a les noves tecnologies es pot aconseguir enregistrar els diferents ARVA dels membres de l'equip abans de començar la travessa per, així, mentre s'està realitzant aquesta, pots saber on es troben en tot moment
- *Comunicació amb els serveis d'emergència (avís 112)*
- *Mesura de les constants vitals.* Es permet saber les constants vitals de les víctimes enterrades durant l'allau, per tal de poder prioritzar la cerca d'aquestes
- *Recopilació de dades ambientals durant la travessa* (humitat, altitud, distància, pendent, etc.)

5.3.3.- RESULTATS ENQUESTA USUARIS

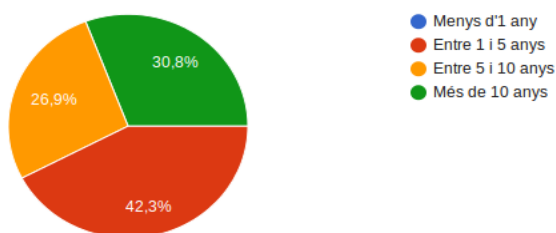
Després de dues setmanes d'enquesta activa, es van rebre un total de 27 respostes, on s'ha analitzat els resultats i s'han conclòs els següents punts:

Models d'ARVA dels enquestats

S'ha trobat una gran varietat dins dels dispositius que fan servir els enquestats. No es pot determinar un model més popular en concret, ja que pràcticament cap d'ells es repeteix més d'un cop, però podem determinar que la marca més utilitzada és Ortovox (6 de 15 respostes que han accedit a proporcionar el nom del model). Entre d'altres dispositius es pot trobar el Tracker DTS i diferents models de les marques ARVA, Pieps i Mammut.

Temps d'ús del dispositiu

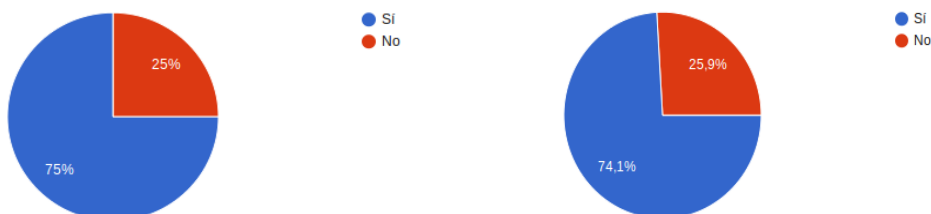
Quant temps fa que fas servir aquest dispositiu? (26 respostes)



Les respostes estan bastant repartides, tot i que es veu clarament que l'ARVA és un dispositiu que ha de ser el màxim de robust possible, ja que ha de ser d'un ús durador i sense possibles errors de components. Prop del 60% de respostes posen la vida de l'ARVA més llarga de 5 anys, i probablement segueixin fins a 10 o més anys, a causa de ser, probablement, un aparell simple internament però amb molt de reforç.

Ús i facilitat del sistema de recerca de víctimes

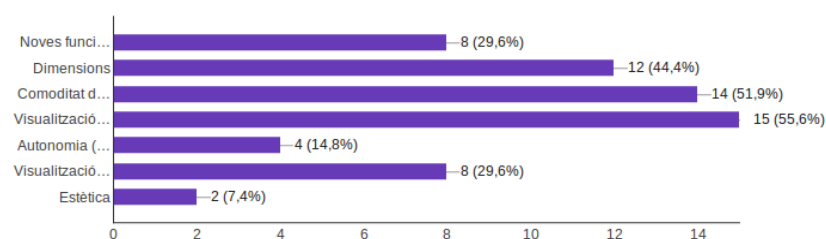
En cas afirmatiu, et va ser fàcil utilitzar-lo? (20 respostes) Has utilitzat mai la funció recerca de víctimes? (27 respostes)



El sistema actual de recerca de l'ARVA, tot i ser bastant simple, és molt intuïtiu pels enquestats, ja que la majoria pensen que és fàcil d'utilitzar-lo. De les 5 respostes negatives que s'han recopilat, dues d'elles porten un Pieps (un el model DSP i l'altre sense especificar, i l'ARVA EVO 3+). Els altres dos no han especificat quin model d'ARVA fan servir. Destaquem que els Ortovox (amb més mèrit, per ser els més abundants en aquesta enquesta), Mammut i Tracker DTS no han tingut cap opinió negativa en aquest cas.

Milliores dels dispositius actuals

Què milloraries o afegiries al teu dispositiu ARVA? (27 respostes)

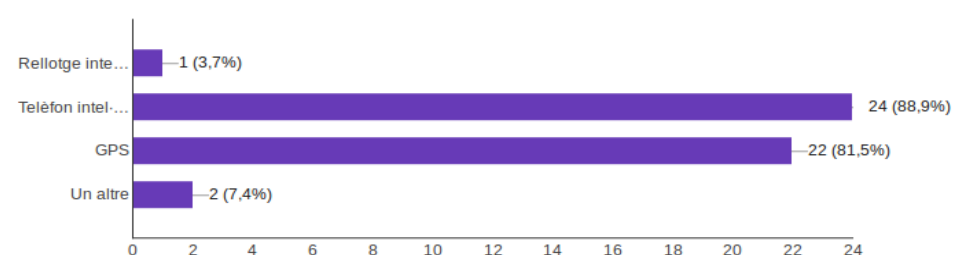


Els resultats marquen que la estètica o ja és correcte o no els hi importa gaire. També veiem que els problemes més grans dels enquestats és la comoditat en portar el dispositiu i la visualització de la informació. També hi ha una clara relació entre un problema amb les dimensions i amb la comoditat, ja que 10 dels 12 els quals millorarien aspectes de les dimensions, també millorarien aspectes per millorar la comoditat.

Finalment sorprenen les poques respostes que afegirien visualització en altres dispositius i noves funcions. Això determina que els usuaris d'un ARVA són bastant conservadors sobre l'ús d'aquest dispositiu.

Dispositius usats a les expedicions

A les teves expedicions portes algun d'aquests dispositius? (27 respostes)

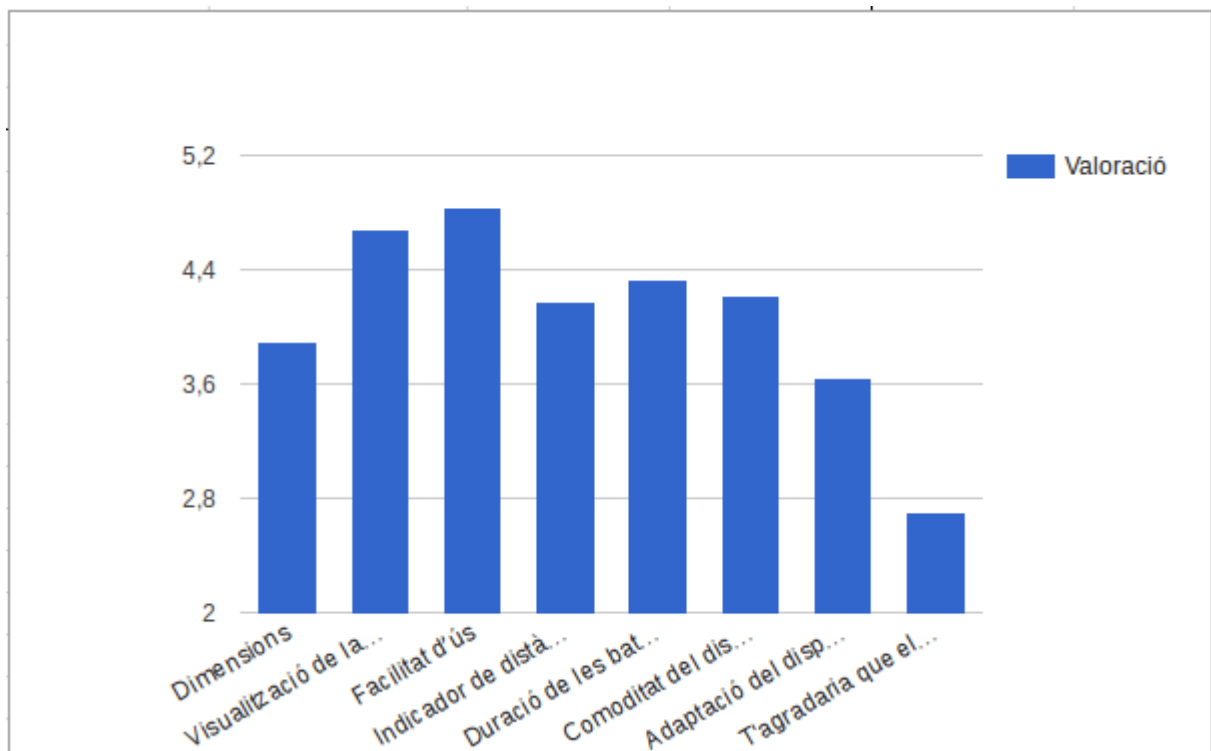


Si s'hagués d'afegir alguna funció o comunicació a jutjar per aquests resultats, estaria centrat en els Smartphones o GPS (sigles de Global Positioning System. Sistema de geolocalització usant satèl·lits. Actualment és bastant comú a mòbils i aparells de muntanya). Sembla que no hi ha preferència pels Smartwatch avui dia.

Valoració d'aspectes d'usabilitat

Mitjanes de puntuació:

- Dimensions: 3.89/5
- Visualització de la informació a la pantalla: 4.68/5
- Facilitat d'ús: 4.84/5
- Indicador de distància mitjançant avisos sonors: 4.18/5
- Duració de les bateries (autonomia): 4.33/5
- Comoditat del dispositiu ARVA posat: 4.22/5
- Adaptació del dispositiu a les mans: 3.64/5
- T'agradaria que el dispositiu tingués més funcions de les que té actualment?: 2.70/5



La funció més proposada i votada ha sigut el GPS.

La posició més còmode per portar l'arnès és creuat.

El problema més recurrent és la incomoditat en portar aquest tipus de dispositius.

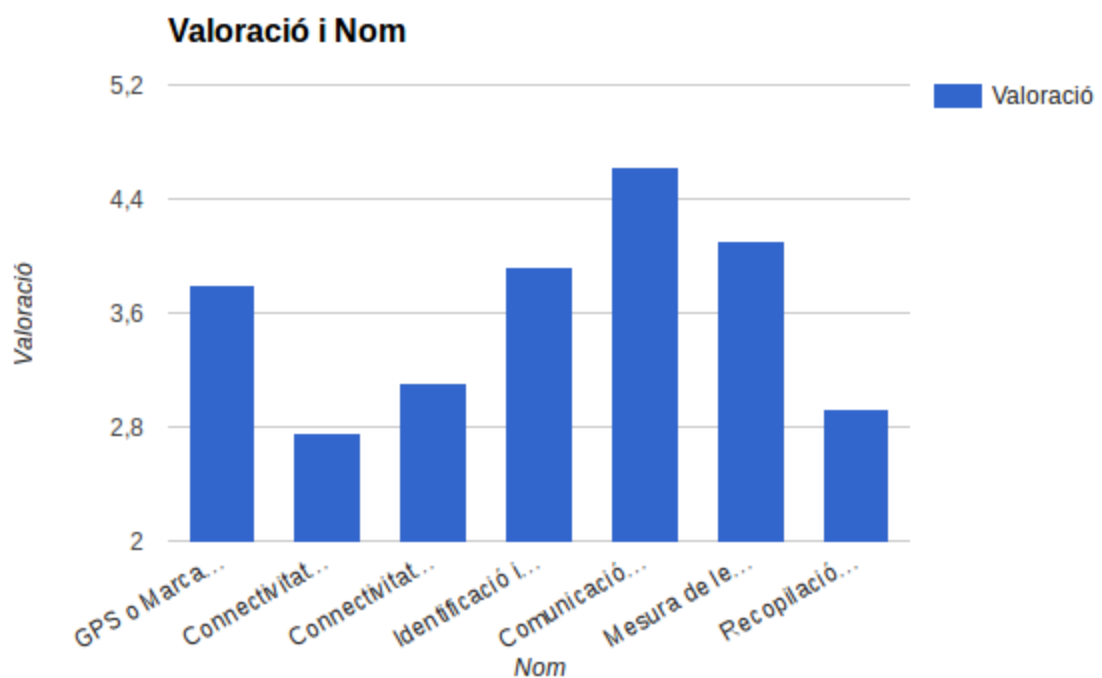
Les opcions més valorades pels enquestats són: autonomia, facilitat d'ús i visualització de la pantalla, seguit de molt a prop per la comoditat. Com és lògic, les primeres opcions són les que milloren la velocitat de recerca, seguides per la comoditat i la autonomia.

Cal destacar que donen molt poca importància a afegir funcions a l'ARVA mentre faci la seva feina, tot i que per les suggeriments, si portés GPS els estalviaria portar-ne un d'extra (vist que la majoria en porta).

Valoració d'aspectes de funcionalitat

Mitjanes de puntuació

- GPS o Marcatge Track: 3.80/5
- Connectivitat amb rellotges intel·ligents (SmartWatch): 2.76/5
- Connectivitat amb telèfons intel·ligents (Smartphones): 3.11/5
- Identificació i localització dels membres d'un l'equip en tot moment: 3.92/5
- Comunicació amb els serveis d'emergència (avís 112): 4.62/5
- Mesura de les constants vitals: 4.11/5
- Recopilació de dades ambientals durant la travessa (humitat, altitud, distància, pendent, etc.): 2.92/5



A jutjar per les respostes, tot el que té a veure amb ajudes pel rescat i la salut dels muntanyencs és molt valorada (tot i que no valoren gaire positivament afegir funcionalitats al propi ARVA).

5.3.4.- CONCLUSIÓ DE L'ENQUESTA I PROJECTE

Havent vist els resultats de l'enquesta i analitzat què és el que el client voldria dels ARVA, es va triar el desenvolupament d'un ARVA el qual fos més còmode per a utilitzar pels usuaris, més petit i fàcil de dur, però que segueixi sent intuïtiu i fàcil d'utilitzar. Seguidament, per tal de modernitzar-lo i adaptar-lo a les noves tecnologies, es crearia una aplicació per a telèfons mòbils que fos capaç de connectar-se amb els dispositius ARVA mitjançant Bluetooth per tal de poder utilitzar els diferents sensors i dades del mòbil, ara com el GPS per fer el marcatge, sensors d'altitud, humitat, temperatura, mapa per a veure les localitzacions de les víctimes, etc. A jutjar per les respostes dels enquestats, els usuaris d'aquests dispositius no són gaire receptius a canvis i addicions d'algunes funcions noves, així que totes les millores s'han de fer de manera que no afecti al funcionament de les funcions originals, i demostrar les millores com un complement útil que no perjudicarà a la funció per la que ha estat pensat l'aparell.

6.- PROJECTE

Després de realitzar els estudis previs de mercat, d'estat de l'art i obtenir informació dels usuaris potencials que utilitzen el dispositiu i del client, la proposta del projecte es centra en els següents aspectes:

- Crear tres gammes d'ARVA segons el tipus d'usuari al qual va destinat: usuaris novells o principiants, usuaris ja experimentats i usuaris professionals. Cada gamma disposarà de més funcionalitats que l'anterior respectivament per tal d'adaptar el dispositiu a cada necessitat i situació de mercat.
- Produir un prototip d'ARVA amb un disseny innovador més còmode, intuïtiu i petit per tal de satisfer les necessitats dels clients potencials. Incorporarà les mateixes funcionalitats que els ARVA bàsics però, segons la gamma, tindrà un disseny diferent per a poder utilitzar eficientment les funcionalitats que s'incorporaran.
- Crear una aplicació per a telèfons mòbils Android que es connecti i traspassi dades amb els nous prototips d'ARVA per tal de poder controlar l'ARVA des del mòbil.
- Crear un protocol i sistema d'intercanvi d'informació entre els dispositius ARVA i els telèfons mòbils per tal d'implementar un sistema de recerca multi víctima(possibilitat de seleccionar diverses víctimes) i funcionalitats de control del grup d'expedició.

6.1.- GAMMES

Abans de començar a desenvolupar el producte, es va efectuar una reunió amb el client per tal de conèixer millor les seves necessitats i expectatives. Un dels requeriments més destacables a tenir en consideració va ser la definició de tres gammes de productes per tal de satisfer les necessitats dels diferents tipus d'usuari. A continuació s'exposen els objectius que es pretenen assolir amb cada gamma, així com les característiques més rellevants de cadascuna.

- **EASY:** L'objectiu d'aquesta gamma és satisfer les necessitats dels usuaris menys exigents, els quals adquireixen un ARVA per a practicar esports de neu a nivell aficionat i de forma esporàdica. Per aquest motiu, el model EASY només presenta les funcions bàsiques d'emissió i recepció. Destacarà respecte dels seus competidors per tenir unes dimensions reduïdes, un ús senzill i intuïtiu i un preu accessible a un ventall ample d'usuaris.

- **TECH:** Aquesta gamma té com a objectiu satisfer les necessitats dels usuaris compresos entre el model EASY i el PRO, els quals no utilitzaran funcionalitats molt complexes però desitgen un dispositiu amb alguna funció addicional a les bàsiques d'emissió i recepció. Així, el model TECH disposarà de funcions com GPS, Bluetooth (BLE), antenes 3G (Sistema de comunicació telefònica usada pels mòbils per enviar dades de veu, vídeo i paquets per accedir a Internet) i una aplicació mòbil Android.
- **PRO:** L'objectiu d'aquesta gamma és satisfer les necessitats dels usuaris més exigents, els quals adquireixen el millor ARVA present al mercat. Dintre d'aquest grup d'usuaris es troben tant fanàtics dels esports de muntanya, com professionals que utilitzen aquest tipus de dispositiu durant la seva jornada laboral. Per aquest motiu, el model PRO presentarà una sèrie de funcions avançades addicionals com sensors d'humitat, temperatura, giroscopi, acceleròmetre i polsera de constants vitals.

6.2 TAULA DEFUNCIONALITATS

A la taula comparativa que trobem a continuació s'observa de forma gràfica les diferents funcionalitats de cadascuna de les gammes que es desenvoluparan.

	GP S	LoRa	Bluetooth h (BLE)	Sensors d'humitat, temperatura, giroscopi, acceleròmetr e, etc.	Antenes 3G	Polsera constant s vitals	Bateries amb piles	App Android
ARVA EASY	-	-	-	-	-	-	-	-
ARVA TECH	✓	-	✓	-	✓	-	✓	✓
ARVA PRO	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Figura 6.1. Taula comparativa amb les funcionalitats de cadascuna de les gammes a desenvolupar

6.3 EVOLUCIÓ DEL PRODUCTE

A mesura que s'han desenvolupat les diferents gammes del producte, s'han efectuat petites modificacions respecte la idea inicial. L'objectiu ha sigut assegurar la viabilitat i millorar les prestacions del producte, respectant els requeriments inicials establerts pel client. Amb aquest propòsit s'ha fet ús de diferents eines, com les que s'exposen a continuació.

- **AMFE (Anàlisi Modal de Fallades i els seus Efectes):** Eina emprada al món del disseny industrial amb l'objectiu d'analitzar i quantificar els errors o les debilitats dels processos o les peces de forma preventiva, abans de començar la seva fabricació en sèrie. Aquest procediment ha permès detectar i corregir les possibles fallades del producte dissenyat inicialment.
- **Poka-Yoke ("a prova d'errors", traduït literalment del japonès):** Dintre del gran nombre de processos que es porten a terme per a fabricar un producte es troben muntatges i altres operacions simples però molt repetitives, augmentant el risc de cometre un error durant la fabricació. Per tal de minimitzar aquesta possibilitat i garantir un muntatge correcte de les diferents peces de l'ARVA, s'ha fet ús de l'eina Poka-Yoke. Aquesta busca evitar els possibles errors -ja siguin d'àmbit humà o automatitzat- emprant un sistema que ho impedeixi. En el cas del nostre producte, s'ha implementat un disseny que només permet connectar la placa base a la carcassa d'una forma correcta. Si durant el procés s'intentés encaixar al revés o en un lloc equivocat les peces no encaixarien.

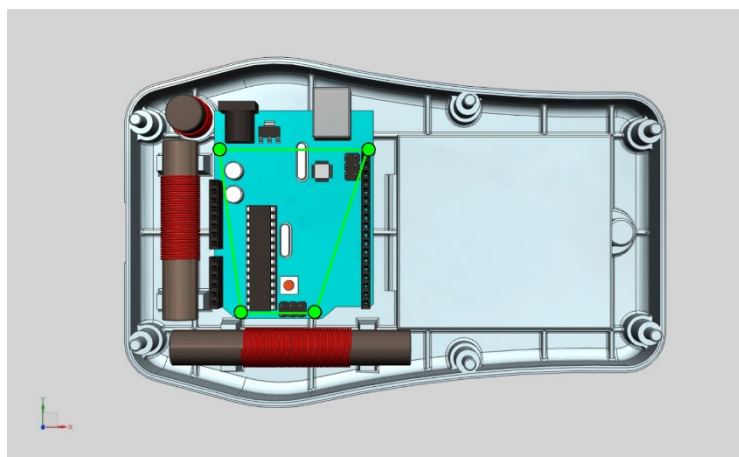


Figura 6.2. Esquema del Poka-Yoke efectuat per tal de facilitar el muntatge de la placa base (marcat en color verd).

- **Maquetes i prototips:** S'han realitzat diverses maquetes dels ARVA per tal d'anar ajustant la seva morfologia fins arribar als models òptims. Les primeres proves han sigut realitzades amb plastilina amb l'objectiu d'analitzar de manera pràctica l'ergonomia del dispositiu i anar ajustant les seves formes depenent de les sensacions percebudes per l'usuari. Després de seleccionar la morfologia més adient realitzada amb plastilina, s'ha emprat escuma per a desenvolupar una maqueta (reproducció física en tres dimensions -a una escala determinada- d'una màquina, disseny o instal·lació industrial, veure glosari per a més informació) amb un acabat més acurat i presentable. Finalment s'ha optat per fabricar els ARVA amb una impressora 3D amb el propòsit d'elaborar un prototip el més proper possible al producte final.



Figura 6.3. Evolució física de l'ARVA EASY: plastilina (esquerra), escuma (centre) i impressió 3D (dreta).

- **Anàlisis d'elements finits:** Tècnica de simulació amb programes informàtics utilitzada amb l'objectiu d'analitzar i millorar el producte dissenyat. Permet trobar i resoldre problemes estructurals o de rendiment en un entorn virtual, sense la necessitat de realitzar proves físiques sobre un prototip. Amb l'objectiu de verificar la viabilitat dels models dissenyats, s'han portat a terme diversos anàlisis d'elements finits. D'aquesta forma, s'han pogut realitzar els canvis pertinents en el disseny per tal de garantir que els dispositius compleixen amb els requeriments imposats per la normativa ETSI-300/718.

7.- DISSENY

Una de les parts més importants de l'ARVA (tant Easy com Tech i Pro) és el disseny i la creació tant de la carcassa exterior com de la resta de peces. Això vol dir que no només cal tenir en compte l'aspecte exterior del dispositiu si no també un seguit de característiques que es descriuran a continuació (com per exemple la distribució dels elements interiors o la estructura interior de la carcassa). Així doncs, en aquest apartat es recull tota la informació del disseny dels ARVA Easy i Tech/Pro i les diferents eines usades per a anar millorant aquest disseny fins a la seva versió final.

7.1.- BRIEFING DE DISSENY

Un briefing (paraula anglesa) és una descripció curta (traduïda significa “breu”) dels diferents punts essencials que ha de complir. Així doncs, es tracta d'un informe que ha de contenir les diferents característiques bàsiques del disseny dels ARVA, per tal d'evitar confusions i problemes a l'hora de realitzar el disseny dels dispositius (per a una definició més extensa consultar Glosari).

7.1.1.- BRIEFING ARVA EASY

En aquest briefing es definiran breument els objectius fonamentals que es pretenen assolir durant el desenvolupament del disseny de l'ARVA EASY.

- **Funcions bàsiques:** L'ARVA EASY és el model més bàsic de la nostra gamma de productes. Per tant, només presenta les funcions imprescindibles que necessita un usuari aficionat a practicar esports d'hivern de forma esporàdica: emetre i rebre les senyals de 457 kHz sense cap aplicació addicional.
- **Pantalla:** La interfície d'usuari de l'ARVA EASY és molt simple, ja que només marcarà la direcció a on es troba la víctima i els metres de distància que falten fins arribar a la seva posició. Per tant, la pantalla tindrà unes dimensions reduïdes, ajustant-se a la informació que haurà de transmetre a l'usuari.
- **Botons:** L'ARVA EASY requereix un mínim de dos botons per tal de poder complir amb les seves funcions. Un d'aquests botons permetrà encendre el dispositiu al començament de l'activitat esportiva i l'altre servirà per a poder canviar de mode emissor a receptor en cas de voler cercar a un company que hagi quedat soterrat a conseqüència d'un allau.

- **3 antenes:** Amb la incorporació de 3 antenes (eixos X, Y i Z) és possible mesurar completament l'orientació i la intensitat del vector camp magnètic. D'aquesta forma, la cerca de possibles víctimes és més precisa, disminuint el temps de cerca i augmentant les probabilitats de trobar a la víctima amb vida.
- **Estanquitat:** L'ARVA EASY ha de ser completament estanc per a resistir les condicions climatològiques adverses que es presenten a l'alta muntanya en hivern.
- **Baixa temperatura de funcionament:** El dispositiu ha de funcionar correctament malgrat les baixes temperatures.
- **Resistència a possibles impactes:** La carcassa de l'ARVA ha de tenir la resistència suficient per a suportar possibles cops deguts a un allau o un altre imprevist durant l'execució de l'activitat esportiva.
- **Font d'alimentació:** 4 piles AAA.
- **Fàcil recanvi de piles:** El compartiment de les piles ha d'obrir-se fàcilment amb una eina accessible -per exemple, fent ús d'una moneda- i l'extracció d'aquestes s'ha de facilitar mitjançant una tira de material no conductor -per exemple, teixit o plàstic-. D'aquesta forma, s'afavoreix un recanvi de piles fàcil i intuïtiu encara que s'hagi d'efectuar en una situació d'emergència.

7.1.2.- BRIEFING ARVA TECH/PRO

En aquest briefing es definiran breument els objectius fonamentals que es pretenen assolir durant el desenvolupament del disseny dels ARVA TECH i PRO.

- **Funcions avançades:** L'ARVA TECH i l'ARVA PRO representen les gammes intermèdia i avançada de la nostra gamma de productes. Per tant, presenten aplicacions addicionals útils per a usuaris més experimentats i exigents amb el seu dispositiu. A continuació es detallen les funcions extraordinàries dels dos models.
 - **ARVA TECH:** Funcions de l'ARVA EASY + GPS + LoRa + Bluetooth (BLE) + Antenes 3G + AppAndroid.

- **ARVAPRO:** Funcions de l'ARVA TECH + Sensors d'humitat, temperatura, giroscopi i acceleròmetre + Polsera constants vitals.
- **Pantalla:** La interfície d'usuari dels ARVA TECH i PRO és més complexa que la interfície de l'ARVA EASY, ja que presenta diverses funcions addicionals. Per aquesta raó, la pantalla tindrà unes dimensions superiors, ajustant-se a la informació que haurà de transmetre a l'usuari.
- **Botons:** A diferència de l'ARVA EASY, tant l'ARVA TECH com l'ARVA PRO tenen una interfície d'usuari més complexa. Per aquest motiu, el seu disseny ha d'incorporar un sistema de botons més sofisticat amb el qual l'usuari pugui interactuar de forma còmode i intuïtiva.
- **3 antenes:** Amb la incorporació de 3 antenes (eixos X, Y i Z) és possible mesurar completament l'orientació i la intensitat del vector camp magnètic. D'aquesta forma, la cerca de possibles víctimes és més precisa, disminuint el temps de cerca i augmentant les probabilitats de trobar a la víctima amb vida.
- **Estanquitat:** Els ARVA TECH i PRO han de ser completament estancs per a resistir les condicions climatològiques adverses que es presenten a l'alta muntanya en hivern.
- **Baixa temperatura de funcionament:** Els dispositius han de funcionar correctament malgrat les baixes temperatures.
- **Resistència a possibles impactes:** La carcassa dels ARVA ha de tenir la resistència suficient per a suportar possibles cops deguts a un allau o un altre imprevist durant l'execució de l'activitat esportiva.
- **Font d'alimentació:** 2 piles AAA i bateria interna recarregable.
- **Fàcil recanvi de piles:** El compartiment de les piles ha d'obrir-se fàcilment amb una eina accessible -per exemple, fent ús d'una moneda- i l'extracció d'aquestes s'ha de facilitar mitjançant una tira de material no conductor -per exemple, teixit o plàstic-. D'aquesta forma, s'afavoreix un recanvi de piles fàcil i intuïtiu encara que s'hagi d'efectuar en una situació d'emergència.

7.1.3.- BRIEFING ARNÉS

El funcionament del briefing de l'arnés és idèntic al dels ARVA Tech/Pro.

- **Sistema d'accionament de l'ARVA (ON/OFF):** L'arnés incorporarà un sistema d'accionament que permetrà encendre l'ARVA i impedirà que aquest es quedi encès al finalitzar l'activitat esportiva. D'aquesta forma, s'assegurarà que l'usuari activa el dispositiu a l'inici de l'activitat i l'ús de la font d'alimentació serà eficient.
- **Localització accessible del sistema d'accionament de l'ARVA:** El sistema que permetrà encendre l'ARVA ha de tenir una localització accessible per a l'usuari, facilitant un ús còmode del dispositiu.
- **Adaptable a les dimensions de l'usuari:** La seva morfologia ha de poder-se ajustar a les talles dels diferents usuaris, tant si són homes com dones. D'aquesta forma, es garanteix que l'arnés molestarà el mínim possible a l'usuari durant l'execució de l'activitat.
- **Resistència a possibles impactes:** L'arnés ha de tenir la resistència suficient per a suportar possibles cops deguts a un allau o un altre imprevist durant l'execució de l'activitat esportiva. D'aquesta forma, garantirà que l'ARVA es mantingui unit al seu usuari i la cerca d'aquest en cas d'accident es pugui portar a terme amb èxit.

7.2.- ESTUDI ANTROPOMÈTRIC

7.2.1.- INTRODUCCIÓ

Amb l'objectiu de dissenyar un producte que s'adapti en dimensions al major nombre possible d'usuaris, és convenient realitzar la cerca d'un mínim de mesures antropomètriques o referents al cos humà. Les dades recollides en aquest apartat seran d'utilitat per a l'estudi ergonòmic del producte, permetent d'aquesta forma que el seu ús sigui còmode per a la majoria dels seus futurs usuaris.

Per tal de realitzar un ús correcte de les taules de mesures que s'exposaran a continuació, s'ha de definir prèviament en quin col·lectiu o percentil es vol enfocar el disseny. No obstant, s'ha de considerar que no seria vàlid escollir un ventall massa ample englobant per exemple al 90% de la població (P5/P95) perquè no s'acotaria de

forma suficient per a permetre una funcionalitat correcta. Per aquest motiu es centrarà al percentil P25/P75, aconseguint englobar als usuaris amb unes mesures antropomètriques més properes a la mitjana.

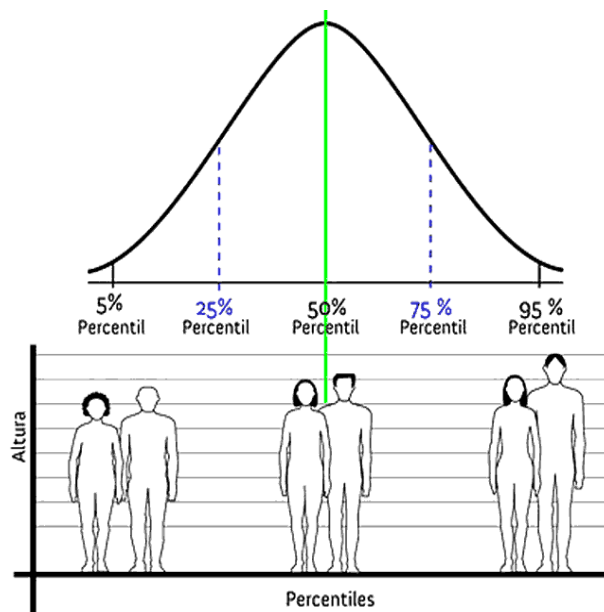
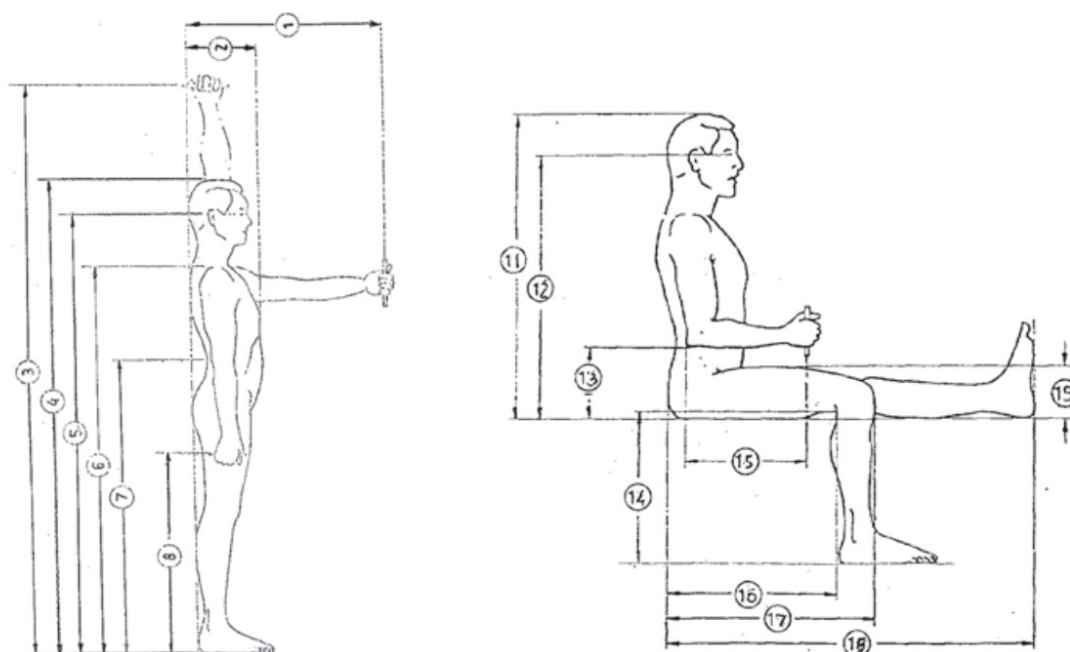


Figura 7.1. En color blau es ressalta el percentil en el qual ens centrarem per a dimensionar el nostre producte (P25/P75).

7.2.2.- MESURES ANTROPOMÈTRIQUES

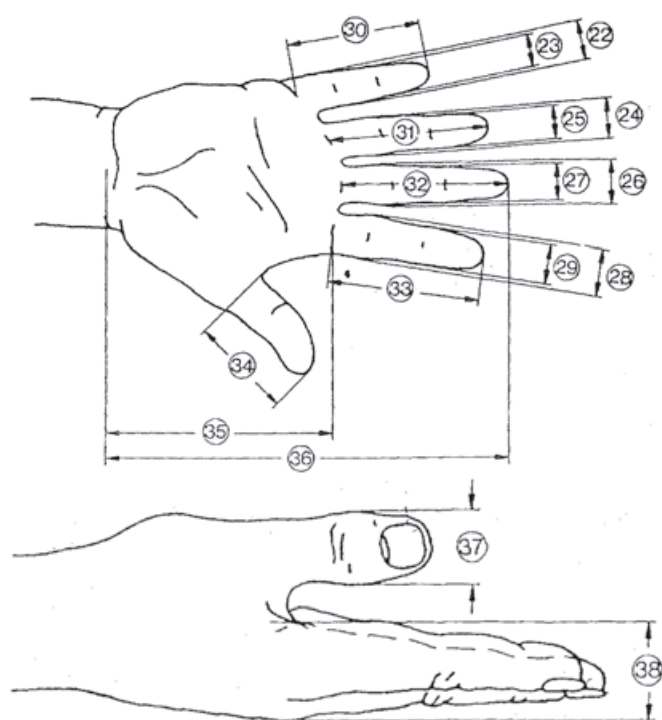
A continuació s'exposen les mesures antropomètriques (segons la Norma DIN 33402) que estan més implicades en el disseny del producte [1]. S'ha ressaltat a cada taula el percentil escollit amb anterioritat (P25/P75) per a poder identificar-lo amb facilitat.



Dimensions (cm)	Percentil									
	Homes					Dones				
	5%	25%	50%	75%	95%	5%	25%	50%	75%	95%
1	66,2	69,2	72,2	75,5	78,7	61,6	65,3	69,0	72,6	76,2
2	23,3	25,5	27,6	29,7	31,8	23,8	26,7	29,5	32,6	35,7
3	191,0	198,1	205,1	213,1	221,0	174,8	180,9	187,0	193,5	200,0
4	162,9	168,1	173,3	178,7	184,1	151,0	156,5	161,9	167,2	172,5
5	150,9	156,1	161,3	166,7	172,1	140,2	145,2	150,2	154,9	159,6
6	134,9	139,7	144,5	149,4	154,2	123,4	128,7	133,9	138,8	143,6
7	102,1	105,9	109,6	113,8	117,9	95,7	99,4	103,0	106,5	110,0
8	72,8	74,8	76,7	79,8	82,8	66,4	70,1	73,8	77,1	80,3
9	31,0	32,7	34,4	35,6	36,8	31,4	33,6	35,8	38,2	40,5
10	36,7	38,3	39,8	41,3	42,8	32,3	33,9	35,5	37,2	38,8
11	84,9	87,8	90,7	93,5	96,2	80,5	83,1	85,7	88,6	91,4
12	73,9	76,5	79,0	81,7	84,4	68,0	70,8	73,5	76,0	78,5
13	19,3	21,2	23,0	25,5	28,0	19,1	21,2	23,3	25,6	27,8
14	39,9	42,1	44,2	46,1	48,0	35,1	37,3	39,5	41,5	43,4
15	32,7	34,5	36,2	37,6	38,9	29,2	30,7	32,2	34,3	36,4

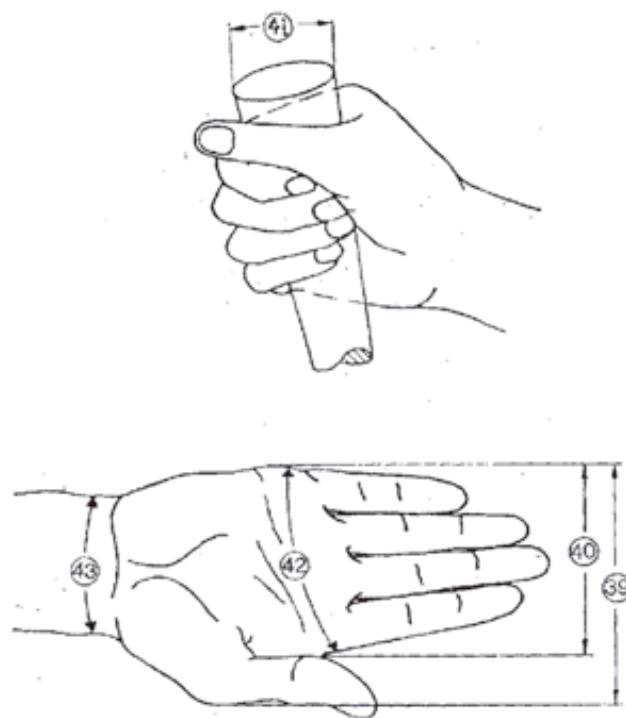
16	45,2	47,6	50,0	52,6	55,2	42,6	45,5	48,4	50,8	53,2
17	55,4	57,7	59,9	62,2	64,5	53,0	55,9	58,7	60,9	63,1
18	96,4	100,0	103,5	108,0	112,5	95,5	100,0	104,4	108,5	112,6
19	11,7	12,7	13,6	14,7	15,7	11,8	13,1	14,4	15,9	17,3
20	39,9	42,5	45,1	48,2	51,2	37,0	41,3	45,6	50,0	54,4
21	32,5	34,4	36,2	37,7	39,1	34,0	36,4	38,7	41,9	45,1

Figura 7.2. Mesures de l'èsser humà de peu i assegut (segons la Norma DIN 33402).



Dimensions (cm)	Percentil									
	Homes					Dones				
	5%	25%	50%	75%	95%	5%	25%	50%	75%	95%
22	1,8	1,8	1,7	1,8	1,8	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7
23	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
24	1,8	1,9	2	2,1	2,1	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8
25	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
26	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	1,6	1,7	1,8	1,9	2
27	1,7	1,8	1,8	1,9	2	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7
28	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	1,6	1,7	1,8	1,9	2
29	1,7	1,8	1,8	1,9	2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
30	5,6	5,9	6,2	6,6	7	5,2	5,5	5,8	6,2	6,6
31	7	7,4	7,7	8,2	8,6	6,5	6,9	7,3	7,7	8
32	7,5	7,9	8,3	8,8	9,2	6,9	7,3	7,7	8,1	8,5
33	6,8	7,2	7,5	7,9	8,3	6,2	6,6	6,9	7,3	7,6
34	6	6,4	6,7	7,2	7,6	5,2	5,6	6	6,5	6,9
35	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	9,1	9,6	10	10,4	10,8
36	17	17,8	18,6	19,4	20,1	15,9	16,7	17,4	18,2	19
37	10,1	10,5	10,9	11,3	11,7	9,1	9,6	10	10,4	10,8
38	17	17,8	18,6	19,4	20,1	15,9	16,7	17,4	18,2	19

Figura 7.3. Mesures de la mà (segons la Norma DIN 33402. 2ª part).



Dimensions (cm)	Percentil									
	Homes					Dones				
	5%	25%	50%	75%	95%	5%	25%	50%	75%	95%
39	9,8	10,3	10,7	11,2	11,6	8,2	8,7	9,2	9,7	10,1
40	7,8	8,2	8,5	8,9	9,3	7,2	7,6	8	8,3	8,5
41*	11,9	12,9	13,8	14,6	15,4	10,8	11,9	13	14,4	15,7
42	19,5	20,3	21	22,0	22,9	17,6	18,4	19,2	20,0	20,7
43	16,1	16,9	17,6	18,3	18,9	14,6	15,3	16	16,9	17,7
* Les mesures corresponen al diàmetre de l'anell format pels dits polze i índex.										

Figura 7.4. Mesures de la mà (segons la Norma DIN 33402. 2ª part).

7.3.- ESTUDI ERGONÒMIC

7.3.1.- INTRODUCCIÓ

L'ergonomia és la ciència interdisciplinària, reconeguda com a tal durant la Segona Guerra Mundial, que estudia les relacions de l'home amb les màquines o els instruments [2]. Els ergonomistes es dediquen a investigar la manera com s'han de dissenyar els instruments de control d'un aparell per a què siguin còmodes i eficaços en relació amb la mà, la vista o altres parts del cos segons les possibilitats perceptives, físiques i motrius d'una persona.

Aquesta ciència es serveix de l'antropometria, la qual estudia les mesures i proporcions del cos humà com s'ha descrit a l'apartat anterior. Les dimensions de les diferents parts, les posicions que el cos pot adoptar, els moviments que pot fer, la força que pot exercir, l'angle de visió, la capacitat de reacció i les habilitats motrius han estat àmpliament estudiades per a ser tingudes en compte en el moment de concebre un nou producte. Mesures, formes, colors, tractament de les superfícies i materials es seleccionen amb detall per a millorar la interacció que es produeix entre els objectes i les persones. Agafant el cos humà com a referència constant per a determinar les característiques dels productes, s'aconsegueix que aquests siguin còmodes i eficaços, evitant els problemes físics i les dificultats en la manipulació o l'ús derivats d'un disseny incorrecte.

7.3.2.- ERGONOMIA EN L'ÚS

L'ARVA és un objecte que està en contacte directe amb el cos, concretament amb les mans i el tronc. En mode emissió, està en tot moment col·locat al tronc de l'usuari a una posició propera a la pell. Per tant, la seva forma ha de ser ergonòmica per a garantir que el dispositiu no molestarà a la persona durant l'execució de l'activitat esportiva. D'altra banda, quan l'ARVA es troba en mode recepció, entra en contacte amb les mans de l'usuari, les quals es poden trobar amb guants o sense depenent de les condicions meteorològiques del moment en que es realitzi la cerca. Tenint aquestes dos situacions presents, es desglossarà aquest apartat en dos subapartats: interacció amb les mans i amb el cos humà.

7.3.2.1.- INTERACCIÓ AMB LES MANS

Els objectes que han estat dissenyats per a ser utilitzats amb les mans han de respondre als requisits ergonòmics referents al contacte que s'estableix amb aquestes i les accions que hagin de fer: agafar, estirar, sostenir, prémer i/o girar.

La morfologia del producte s'ha de definir tenint en compte les mesures antropomètriques de les mans establertes a l'apartat anterior, així com les posicions en què aquestes poden col·locar-se, el moviment que poden fer o la força que poden exercir. Els tirants, els botons, els ancoratges i la selecció del material que conformarà l'ARVA, són alguns dels punts fonamentals a tenir en compte per tal de garantir una bona interacció entre les mans de l'usuari i el dispositiu.

A les imatges següents s'observa d'una banda el sistema antilliscant d'un tornavís millorant la seva subjecció i d'altra banda s'aprecia la importància de què la morfologia de l'ARVA s'adapti correctament a les mans amb guants de neu, dos punts aplicables al nostre disseny per a evitar que el dispositiu caigui de les mans de l'usuari.



Figura 7.5. Sistema antilliscant d'un tornavís i morfologia d'un ARVA que s'adapta adequadament a les mans amb guants de neu.

Per a dimensionar de forma pràctica la carcassa del nostre producte, s'han realitzat diverses maquetes amb plastilina i amb escuma. S'ha testejat la seva morfologia tant amb guants de neu com sense i amb mans de diferents mides, garantint així una bona ergonomia en qualsevol circumstància. Després de realitzar les proves corresponents, s'ha escollit la morfologia de l'ARVA EASY (figura 7.7 - dalt a la dreta) i de l'ARVA TECH/PRO (figura 7.7 - baix a la dreta) seguint els següents criteris:

- Els ARVA s'han de poder agafar amb una única mà.

- La seva morfologia ha de millorar la subjecció del dispositiu, evitant que aquest pugui caure de les mans de l'usuari.
- Les dues carcasses s'han de poder subjectar còmodament tant amb la mà dreta com la mà esquerra. Així es fa possible que l'ARVA sigui utilitzat tant per dretans com esquerrans.
- La carcassa de l'ARVA TECH/PRO és lleugerament més gran a la carcassa de l'ARVA EASY, ja que ha de contenir més components per tal de realitzar les funcions addicionals que va establir el nostre client a l'inici del projecte.



Figura 7.6. Maqueta realitzada amb plastilina per tal de testear l'ergonomia del primer disseny proposat.



Figura 7.7. Maquetes realitzades amb escuma per tal de testear l'ergonomia dels diferents dissenys proposats. Finalment s'han seleccionat les dos maquetes de la dreta, la de dalt per al model EASY i la de baix per al model TECH/PRO.

7.3.2.2.- INTERACCIÓ AMB EL COS HUMÀ

S'ha de tenir en compte que l'ARVA és un element que està en constant contacte amb l'usuari a l'hora de dur a terme l'activitat esportiva. Per aquest motiu, s'ha d'adaptar bé a la forma del cos en diferents zones degut a què cada usuari tindrà la possibilitat d'ajustar la seva posició per a portar-ho allà on sigui més còmode per a ell. Per aquest motiu, s'ha de subjectar al cos mitjançant un arnès o algun tipus de funda o armilla que faci possible l'adaptabilitat de l'ARVA al cos humà, tenint en compte que serà un producte utilitzats tant per homes com dones.

Una de les característiques destacables d'un ARVA és la seva utilització de forma molt esporàdica en la majoria dels casos, per tant es de vital importància que s'adapti el millor possible al cos i molesti el menys possible per a fer l'activitat més còmoda. S'han d'evitar tot tipus d'incomoditats i possibles molèsties, tals com rascades degudes al fregament que es produeix entre el producte i el cos, les vibracions o petits cops deguts a la mala fixació amb el cos o altres possibles inconvenients.

No obstant, no es pot deixar de banda que quan s'ha d'utilitzar es fa en ocasions inesperades, amb un nivell elevat de pressió psicològica per part de l'usuari. Per aquesta raó, s'ha de tenir en compte que la posició de l'ARVA en el moment de cercar als accidentats ha de ser el més fàcil i còmode possible. A més, seria de molta utilitat disposar d'un sistema que evités la possible pèrdua de l'aparell durant la cerca a conseqüència d'un segon allau.



Figura 7.8. Vista general de l'ARVA subjectat amb l'arnés.

7.4.- ARVA EASY

7.4.1.- INTRODUCCIÓ

L'ARVA EASY és el model més bàsic dintre de les tres gammes de ARVA que s'han dissenyat per tal d'assolir els requeriments preestablerts pel client al començament del projecte. L'objectiu d'aquest producte és satisfer les necessitats dels usuaris menys exigents, els quals adquireixen un ARVA per a practicar esports de neu a nivell aficionat i de forma esporàdica. Per aquest motiu, el model EASY només presenta les funcions bàsiques d'emissió i recepció. Destaca respecte dels seus competidors per tenir unes dimensions reduïdes, un ús senzill i intuïtiu i un preu accessible a un ventall ample d'usuaris.

7.4.2.- LLISTAT DELS COMPONENTS PRINCIPALS

Per tal de poder obtenir un dispositiu operatiu són necessaris els components principals que es llisten a continuació.

1. Carcassa superior
2. Carcassa inferior
3. Botó ON-OFF
4. Botó Emissió-Recepció
5. Compartiment de les piles
6. Pantalla LCD
7. Antenes (eixos X, Y i Z)
8. Placa base
9. Altaveu
10. Jack 3.5
11. Arnés

7.4.3.- DESCRIPCIÓ DELS COMPONENTS PRINCIPALS

7.4.3.1.- CARCASSA SUPERIOR I INFERIOR

La carcassa d'un ARVA té la funció de mantenir units i protegits els altres components que el formen. És un dels elements més importants del dispositiu, ja que determina algunes de les seves especificacions més rellevants: resistència, grau d'estanquitat i ergonomia. A continuació s'aprofundirà en l'explicació de cadascuna d'aquestes especificacions en relació al disseny de l'ARVA EASY.

- **Resistència:** Un ARVA ha de ser capaç de suportar esforços elevats per a continuar funcionant correctament després de produir-se l'allau. Tant la forma com les dimensions de la carcassa juguen un paper clau per a determinar la resistència que tindrà el dispositiu. Per aquest motiu, s'ha desenvolupat un disseny robust analitzant els resultats de les simulacions d'elements finits efectuades sobre la carcassa inicial i aplicant els elements de reforç necessaris a les zones més problemàtiques.



Figura 7.9. Vista general dels diversos nervis aplicats a la carcassa superior de l'ARVA EASY.



Figura 7.10. Vista general dels diversos nervis aplicats a la carcassa inferior de l'ARVA EASY.

- **Estanquitat:** A conseqüència de les condicions ambientals que haurà de suportar l'ARVA, és imprescindible que mantingui la seva estanquitat per a garantir el bon funcionament dels seus components interns. Per tal d'assegurar l'estanquitat del nostre dispositiu, s'ha dissenyat una junta tenint en compte els següents criteris de disseny [1].
 - La ranura de l'allotjament de la junta ha de ser rectangular.

- La superfície interior de l'allotjament ha de ser major que la secció transversal de la junta. D'aquesta forma aconseguim que la pressió exercida pel fluid afecti a una zona relativament gran de la superfície de la junta i al mateix temps hi ha suficient espai en l'allotjament per si es presentés una augment en el volum de la junta degut a un atac químic.

A continuació podem veure un esquema amb dos opcions diferents per a dissenyar la junta i el seu allotjament: la imatge de l'esquerra seria l'opció correcte i la imatge de la dreta la incorrecte.



Figura 7.11. Aplicacions de forma correcte (esquerra) i incorrecte (dreta) de la junta d'estanquitat a la carcassa de l'ARVA EASY.

Per a garantir que l'ARVA EASY sigui estanc i suporti les condicions d'ús a les quals serà sotmès a l'alta muntanya, s'han aplicat juntes a totes les possibles entrades de líquid del nostre dispositiu: una junta a la unió entre carcasses, una junta al compartiment de piles i una junta a la connexió amb l'arnès.

- **Ergonomia:** Un ARVA és un dispositiu en el qual l'ergonomia juga un paper molt important. Això és degut a que l'usuari l'ha de portar enganxat al seu cos durant tota l'execució de l'activitat esportiva. A més, en cas de voler cercar a un company que hagi sigut sorprès per un allau, l'ARVA ha de ser fàcil d'agafar amb guants de neu fent d'ús d'una única mà. Per tal de garantir que l'ARVA EASY s'adaptaria correctament al seu usuari, s'han realitzat diverses maquetes amb plastilina i escuma abans de decidir com seria la seva morfologia. A més, s'han tingut en compte les mesures antropomètriques més rellevants per tal d'aconseguir que el dispositiu pugui ser utilitzat per usuaris de diferents talles.



Figura 7.12. Maqueta realitzada amb escuma per tal de garantir la bona ergonomia de la carcassa de l'ARVA EASY.

7.4.3.2.- BOTONS ON-OFF I EMISSIÓ-RECEPCIÓ

L'ARVA EASY necessita un mínim de dos botons per tal de poder complir amb la seva funció principal. Un d'aquests botons permet encendre el dispositiu al començament de l'activitat esportiva i l'altre serveix per a poder canviar de mode emissor a receptor en cas de voler cercar a un company que hagi quedat soterrat a conseqüència d'un allau. A continuació es detallen les característiques més rellevants d'aquests botons, justificant la seva incorporació al nostre disseny.

- **Botó ON-OFF:** Per a l'ARVA Easy s'ha ideat un sistema de clavilla que aniria a la part superior del dispositiu, junt al botó d'emissió-recepció, acompanyat d'una goma. A diferència d'altres models convencionals, al clavar aquesta clavilla l'ARVA s'apagaria, sent un sistema que permetria aguantar l'impacte d'una allau sense apagar el dispositiu. A més, així s'assegura que l'usuari l'apaga a l'hora de deixar-lo d'usar, donat que aquest penja. Aquest sistema és més econòmic que el de l'ARVA Tech i Pro i permet l'estanquitat del dispositiu.



Figura 7.13. Vista de detall de la clavilla del botó ON-OFF de l'ARVA EASY.

- **Botó Emissió-Recepció:** Aquest botó té dos posicions i es troba ubicat a la part superior de l'ARVA EASY. El cos del botó és lliscant i queda fixat quan els seus pins s'introdueixen a una de les guies marcades a la carcassa, activant cada mode mitjançant el sistema d'un interruptor magnètic. A la seva posició de repòs manté el dispositiu en mode emissor i quan l'usuari activa el botó fent que llisqui cap dalt es canvia el mode a recepció. El sistema implementat és molt intuïtiu i relativament fàcil d'utilitzar amb guants de neu. A més, garanteix que l'ARVA no es posarà en mode recepció per accident durant l'execució de l'activitat esportiva. Tal i com es pot veure a la figura 7.14, l'ARVA en posició de emissió tindria el botó enganxat i en posició recepció el tindria sortint.

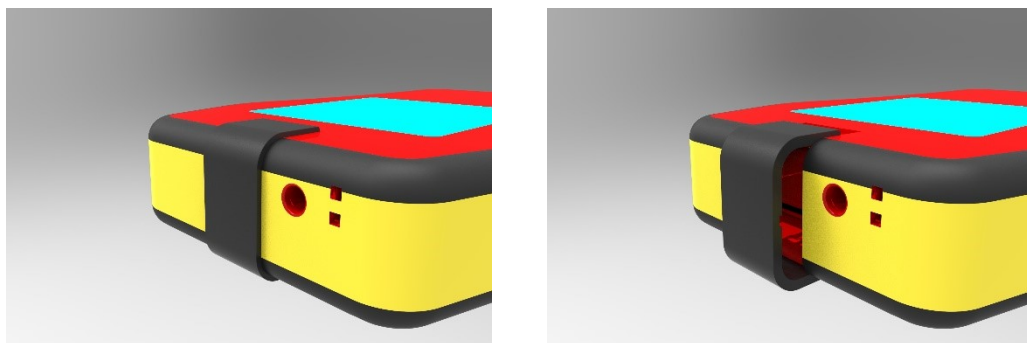


Figura 7.14. Vista de detall de les posicions del botó emissió-recepció de l'ARVA EASY.

7.4.3.3.- COMPARTIMENT DE LES PILES

En el cas de l'ARVA EASY, el compartiment de piles ha de contenir quatre piles alcalines AAA/LR03 ja que no es farà ús d'una bateria interna complementària. Fent ús d'aquestes quatre piles s'aconsegueix garantir l'autonomia de 200 hores en mode emissor a 10 °C i 1 hora en mode receptor a -10 °C que exigeix la normativa ETS [2, 3]. L'allotjament de les piles està unit solidàriament a la meitat inferior de la carcassa, aconseguint així que la geometria del dispositiu permeti la fabricació d'una única peça mitjançant un procés d'emmotllament per injecció (procés de fabricació que consisteix a injectar un polímer en estat fos a un motlle tancat sota pressió) per tal de garantir que l'ARVA serà completament estanc i les piles alcalines quedaran protegides de les condicions climàtiques, el dispositiu compta amb una junta que recorre el perímetre del compartiment. També s'ha implementat un sistema que impedeix que el cargol que fixa la tapa surti completament i caigui a terra, evitant així que l'usuari el pugui perdre. Un altre detall a considerar és que les dimensions del cargol emprat en el disseny permeten que l'usuari el descargoli utilitzant únicament una moneda, possibilitant que obri el compartiment encara que no disposi d'una eina específica. A més, s'ha integrat una cinta tèxtil que va col·locada per sota de les piles, de manera que l'usuari pot estirar-la i treure les piles amb molta facilitat.



Figura 7.15. Vista de detall del compartiment de piles de l'ARVA EASY.

7.4.3.4.- PANTALLA LCD

La incorporació d'una pantalla al ARVA EASY permet que aquest sigui més intuïtiu per a l'usuari, ja que veurà amb facilitat quin és el camí que ha de seguir i podrà observar quants metres li queden per recórrer per a arribar a la víctima. La pantalla ha de ser capaç de suportar agents externs presents a l'activitat esportiva d'alta muntanya (humitat, pressió, aigua o neu, impactes i altres). Per aquest motiu, la pantalla s'ha col·locat enganxada amb cola a l'interior de la carcassa de forma que queda totalment protegida. Aquest aspecte del disseny s'ha pogut portar a terme gràcies a què el material de la carcassa (PC) pot ser transparent en la part que recobreix la pantalla i opac en la resta del dispositiu [4]. Cal esmentar també que s'ha optat per la incorporació d'una pantalla LCD o de cristall líquid enlloc d'una amb tecnologia LED perquè és més simple i econòmica, però ja compleix amb els requeriments de disseny del dispositiu [5, 6].



Figura 7.16. Vista de detall de la pantalla LCD de l'ARVA EASY.

7.4.3.5.- ANTENES (EIXOS X, Y I Z)

La utilització d'un ARVA es fonamenta en la generació d'un camp magnètic amb una freqüència de 457 kHz. Aquest camp es produeix mitjançant una antena formada per diverses espirals de cable enrotllades al voltant d'una ferrita. Els paràmetres principals de la senyal emesa per un ARVA es troben regulats per la normativa ETS 300 718 [2], garantint així la compatibilitat entre els diferents dispositius existents al mercat.

Durant la cerca de víctimes amb un ARVA es necessari tenir en compte que el camp magnètic és una magnitud vectorial i, per tant, a cada punt de l'espai té una intensitat i direcció determinades [9]. La intensitat depèn principalment de la distància a l'emissor, disminuint molt ràpidament quan la distància emissor-receptor augmenta. No obstant, per a la mateixa distància el camp és màxim sobre l'eix de l'antena emissora, disminuint fins a la meitat quan ens trobem perpendiculars a l'eix. El camp magnètic es troba en un pla que conté l'antena emissora, però normalment no apunta en la direcció en la qual es troba l'accidentat. D'aquesta forma, un ARVA d'una única antena només detecta una part del vector camp magnètic depenent de l'angle que forma el camp respecte l'eix de l'antena. Una antena en la mateixa direcció que el camp magnètic detectarà tota la seva intensitat, però una antena perpendicular a aquest mateix camp no detectarà pràcticament res.

Per aquest motiu, l'ARVA EASY disposa de tres antenes (eixos X, Y i Z), permetent mesurar completament l'orientació i la intensitat del vector camp magnètic. Aquesta decisió s'ha pres per tal de simplificar la cerca de possibles víctimes, ja que s'aconsegueix que l'orientació del camp respecte el receptor no afecti a la intensitat de la senyal rebuda.

7.4.3.6.- PLACA BASE

Per a construir un primer prototip físic de l'ARVA EASY es farà ús d'una placa base Arduino. Arduino és un mini-computador on es poden connectar fàcilment dispositius i mòduls electrònics per ser programats i utilitzats, fàcil de programar, i amb una gran varietat de components compatibles, degut a la seva senzillesa d'ús i baix cost econòmic. Aquesta placa base presenta un microcontrolador i una sèrie de ports d'entrada i sortida, permetent descarregar un programa des de l'ordinador i funcionant de forma independent a aquest. D'aquesta manera, controla i alimenta els diversos components electrònics i pren decisions segons el programa descarregat i la informació que rep dels diferents sensors i actuadors. Com a possible millora del producte en cas de ser comercialitzat posteriorment, es podria implementar un sistema integrat (*embedded* en anglès) dissenyat específicament per a portar a terme les funcions que requereix l'ARVA EASY [11].



Figura 7.17. Vista general de la placa base *Arduino* que s'utilitzarà per a construir el prototip físic de l'ARVA EASY.

7.4.3.7.- ALTAVEU I CONNECTOR JACK 3.5

A més de la interfície gràfica mostrada a la pantalla LCD, l'ARVA també incorpora elements que permeten que l'usuari rebi informació de forma auditiva. El dispositiu emet senyals sonores que indiquen de forma estimada la distància que resta fins arribar a la ubicació de la víctima. Per a què això sigui possible, el disseny incorpora un petit altaveu a la part frontal i, en cas de què les condicions climàtiques no permetin escoltar la seva senyal, també disposa de connexió Jack 3.5 per a auriculars. D'aquesta forma, l'ARVA EASY presenta una bona alternativa per a poder efectuar el rescat en cas de què la informació de la pantalla no sigui visible amb claredat.



Figura 7.18. Vista de detall del connector Jack 3.5 de l'ARVA EASY.

7.5.1.- ANÀLISI DEBILITATS-FORTALESES

7.5.1.1- INTRODUCCIÓ

Un cop s'inicia el procés de disseny de l'ARVA EASY cal analitzar quins són els seus punts forts i dèbils respecte dels models similars presents actualment al mercat [7]. Aquest estudi permetrà millorar les prestacions actuals del disseny per tal de diferenciar-lo dels seus competidors i aconseguir que l'usuari es decanti per comprar el nostre producte. També facilitarà detectar possibles errors o deficiències en el disseny, que s'hauran de corregir posteriorment. Tot això s'aconsegueix mitjançant la realització d'un anàlisi DF (Debilitats-Fortaleses, que pot derivar en un anàlisi DAFO) (DAFO és un mètode de planificació estratègica per a avaluar les Debilitats, Amenaces, Fortaleses i Oportunitats d'un projecte. Consisteix en especificar l'objectiu a assolir i identificar els factors interns i externs que són favorables o desfavorables per a aconseguir aquest fi.) A continuació es mostren els punts principals que s'han extret de l'anàlisi DF efectuat per al ARVA EASY.

7.5.1.2- FORTALESES

- **Ús intuïtiu:** A diferència de la gammes TECH i PRO, l'ARVA EASY està enfocat a complir només la funcionalitat bàsica d'un dispositiu per a cercar víctimes d'allaus. Per aquest motiu, s'ha dissenyat de manera que el seu ús sigui intuïtiu i l'usuari el pugui utilitzar correctament amb el mínim aprenentatge.

- **Disseny ergonòmic:** El disseny de l'ARVA EASY permet agafar-lo còmodament amb una única mà i guants de neu, adaptant-se a mans de diferents mides. A més, el poden utilitzar tant persones dretanes com esquerranes degut al seu eix de simetria vertical.
- **Disseny robust:** El dispositiu està concebut per tal de poder rebre cops sense que aquests afectin els seus components interns i el seu correcte funcionament. La pantalla estarà protegida a l'interior de la carcassa, resguardada de possibles impactes.
- **Dimensions reduïdes:** L'ARVA EASY incorpora els mínims components necessaris per a complir amb garanties la seva funció bàsica. Això implica que la seva mida és molt reduïda en comparació amb altres models més complexos.
- **Protecció contra un ús accidental:** Els components amb els que interactua l'usuari (com la pantalla o els botons) estaran protegits contra elements que puguin activar-los o desactivar-los accidentalment. Per exemple, els botons incorporen un bloqueig per a evitar que es puguin prémer per accident i activar funcions del dispositiu de forma errònia.
- **Estanquitat:** El dispositiu dissenyat podrà ser submergit (tant en aigua com en neu) mantenint la seva estanquitat, tal i com requereix la normativa ETS [2].

7.5.1.3- DEBILITATS

- **Disseny convencional:** El disseny no té grans trets diferenciadors respecte altres dispositius ARVA que hi ha actualment al mercat. Això es degut a la normativa ETS [2], que restringeix de forma estricta el disseny que han de tenir aquests aparells.

7.6.- ARVA TECH I PRO

Els objectius fonamentals que es pretenen assolir durant el desenvolupament del disseny dels ARVA TECH i PRO es descriu a continuació.

- **Funcions avançades:** L'ARVA TECH i l'ARVA PRO representen les gammes intermèdia i avançada de la nostra gamma de productes. Per tant, presenten aplicacions addicionals útils per a usuaris més experimentats i exigents amb el seu dispositiu. A continuació es detallen les funcions extraordinàries dels dos models.
 - **ARVA TECH:** Funcions de l'ARVA EASY + GPS + LoRa+ Bluetooth (BLE) + Antenes 3G + App Android.

- **ARVA PRO:** Funcions de l'ARVA TECH + Sensors d'humitat, temperatura, giroscopi i acceleròmetre + Polsera constants vitals.
- **Pantalla:** La interfície d'usuari dels ARVA TECH i PRO és més complexa que la interfície de l'ARVA EASY, ja que presenta diverses funcions addicionals. Per aquesta raó, la pantalla tindrà unes dimensions superiors, ajustant-se a la informació que haurà de transmetre a l'usuari.
- **Botons:** A diferència de l'ARVA EASY, tant l'ARVA TECH com l'ARVA PRO tenen una interfície d'usuari més complexa. Per aquest motiu, el seu disseny ha d'incorporar un sistema de botons més sofisticat amb el qual l'usuari pugui interactuar de forma còmode i intuïtiva.
- **3 antenes:** Amb la incorporació de 3 antenes (eixos X, Y i Z) és possible mesurar completament l'orientació i la intensitat del vector camp magnètic. D'aquesta forma, la cerca de possibles víctimes és més precisa, disminuint el temps de cerca i augmentant les probabilitats de trobar a la víctima amb vida.
- **Estanquitat:** Els ARVA TECH i PRO han de ser completament estancs per a resistir les condicions climatològiques adverses que es presenten a l'alta muntanya en hivern.
- **Baixa temperatura de funcionament:** Els dispositius han de funcionar correctament malgrat les baixes temperatures.
- **Resistència a possibles impactes:** La carcassa dels ARVA ha de tenir la resistència suficient per a suportar possibles cops deguts a un allau o un altre imprevist durant l'execució de l'activitat esportiva.
- **Font d'alimentació:** 2 piles AAA i bateria interna recarregable.
- **Fàcil recanvi de piles:** El compartiment de les piles ha d'obrir-se fàcilment amb una eina accessible -per exemple, fent ús d'una moneda- i l'extracció d'aquestes s'ha de facilitar mitjançant una tira de material no conductor -per exemple, teixit o plàstic-. D'aquesta forma, s'afavoreix un recanvi de piles fàcil i intuïtiu encara que s'hagi d'efectuar en una situació d'emergència.

7.6.1.- CARACTERÍSTIQUES ARVA TECH-PRO

En aquest apartat s'enumera la llista de les peces de l'ARVA Tech/Pro i s'analitzen les diferents característiques de disseny que s'han de complir:

- Carcassa superior
- Carcassa inferior
- Palanca de comandament
- Connexió arnés

- Compartiment de les piles i bateria incorporada
- Pantalla LCD
- Antenes (eixos X, Y i Z)
- Placa base
- Micro USB
- Altaveu
- Jack 3.5

7.6.1.1.- ESTANQUITAT ENTRE CARCASSES

Per tal de garantir l'estanquitat del nostre ARVA, s'ha dissenyat una junta que recorre tot el perímetre de la carcassa com en l'ARVA EASY. Per a integrar aquest sistema, s'han tingut en compte els criteris corresponents.

Per a aconseguir que el nostre ARVA sigui estanc i suporti les condicions d'ús a les quals serà sotmès a l'alta muntanya, s'han aplicat juntes a totes les possibles entrades de líquid del nostre dispositiu. A les imatges següents es poden observar la junta de la unió entre carcasses, la junta del compartiment de piles i la junta de la connexió amb l'arnès; les tres ressaltades en color groc.

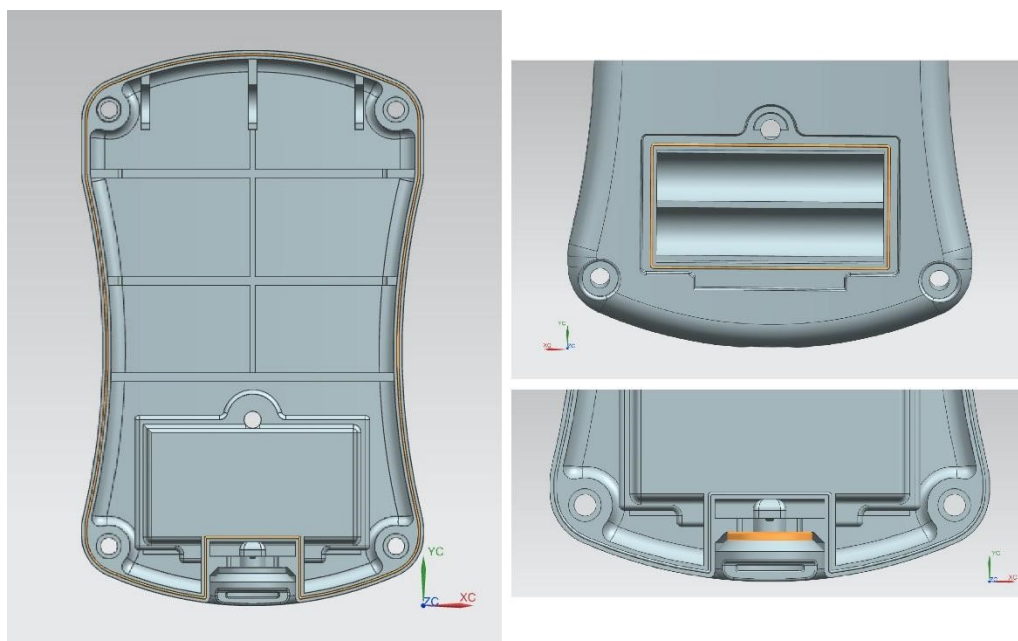


Figura 7.20. Estanquitat entre carcasses

7.6.1.2.- COMPARTIMENT PILES I BATERIA

En el cas de l'ARVA TECH i de l'ARVA PRO, el compartiment de piles només ha de contenir dos piles alcalines AAA/LR03 degut a la utilització d'una bateria interna complementària. L'allotjament en qüestió estarà unit solidàriament a la meitat inferior de la carcassa, ja que la geometria del nostre ARVA permet la fabricació d'una única

peça mitjançant un procés d'emmotllament per injecció de material termoplàstic. A la imatges que trobem a continuació es poden observar tres vistes de detall que mostren el procés d'obertura del compartiment.

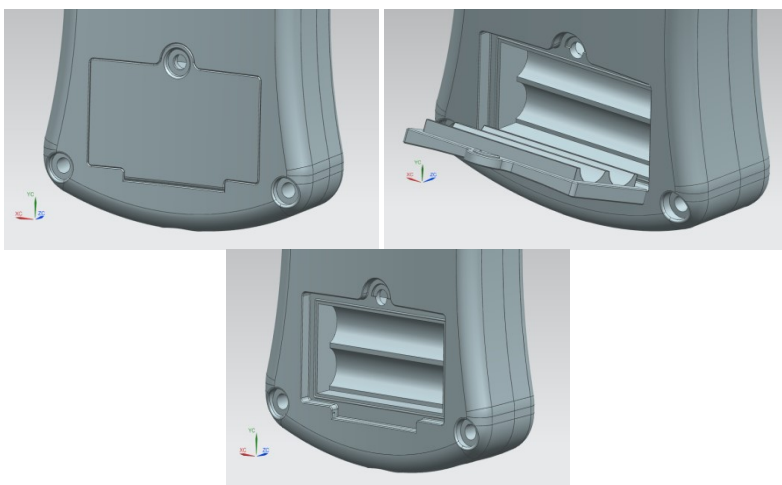


Figura 7.21. Compartiment de piles ARVA Tech/Pro

Els dispositius TECH i PRO incorporen una bateria interna que complementa a les dos piles alcalines AAA/LR03. A continuació s'exposa tant el model triat com les seves característiques principals, les quals compleixen els requisits de disseny previs que s'han establert per a les gammes superiors del nostre ARVA.

Distribuidor: HSA (Xina).

Tipus de bateria: Bateria d'ió liti.

Dimensions: 63 x 57 x 5,3mm.

Pes: Aproximadament 43,9 grams.

Capacitat: 3950 mAh.

Voltatge de sortida: 3,8 V.

Corrent de sortida: 0,5 A.

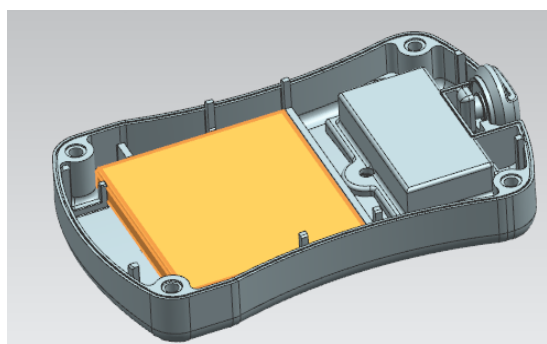


Figura 7.22. Ubicació de la bateria de l'ARVA Tech/Pro

7.4.1.3.- JOYSTICK

A diferència de l'ARVA EASY, tant l'ARVA TECH com l'ARVA PRO tenen una interfície d'usuari més complexa. Per aquest motiu, el nostre disseny ha d'incorporar elements amb els quals l'usuari pugui interaccionar per tal de poder utilitzar-lo de forma intuïtiva. Amb aquest objectiu s'ha realitzat una taula comparant les dues opcions més rellevants a tenir en compte: tres botons (Endarrere, Endavant, Ok) i *joystick*.

	FORTALESES	DEBILITATS
Tres botons (Endarrere, Endavant, Ok)	Robustesa Simplicitat Fiabilitat	Difícil d'adaptar tres botons al nostre ARVA per motius de forma Més sistemes d'estanqueïtat
<i>Joystick</i>	Simplicitat Ergonòmic No discrimina dretans i esquerrans Soluciona tota la comunicació amb la interfície amb un sol botó Fàcil disseny i bastant adequat per les múltiples opcions del nostre ARVA TECH-PRO Bona estanquitat Ocupa poc espai Ofereix molt bones i simples prestacions Fàcil implementació al nostre ARVA	Fiabilitat Relativament fràgil L'ús amb guants pot ser més difícil que en el cas dels botons

Figura 7.23. Taula comparativa dels tres botons (endavant, endarrere i ok) i el joystick.

Després de realitzar aquesta comparativa, veiem que l'elecció d'un joystick que compleixi amb les nostres premisses de disseny seria l'opció més adient per als nostres dispositius ARVA TECH i PRO. A continuació s'exposa tant el model triat com les seves característiques més rellevants.

Característiques:

5 posicions amb opció de prémer el botó central.

Retroalimentació tàctil positiva.

Acció *mom-off-momentary*.

Opció de muntatge roscat de tipus *bush*.

Estanquitat per a IP68 i IP69.

Les connexions es troben allotjades a una carcassa.



Figura 7.24. Joystick de l'ARVA Tech/Pro

7.6.1.4.- MICRO USB

Per tal de poder carregar la bateria interna que incorporaran tant l'ARVA TECH com l'ARVA PRO s'ha seleccionat un connector micro USB que compleix amb els requeriments del disseny que portem a terme. A continuació s'exposa tant el model triat com les seves característiques principals

Nom del component: MUC-20PFFR-JS7001.

Tipus de connector: Micro USB AB. Es pot connectar tant un micro USB de tipus A com un micro USB de tipus B.

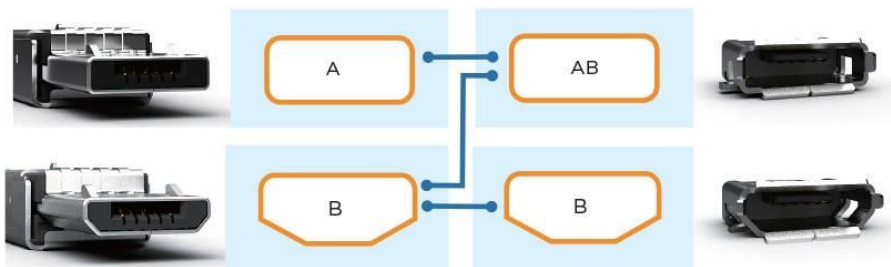


Figura 7.25. Diferents tipus de connectors micro USB.

Estanquitat: IPX7. Això implica que pot suportar un metre de profunditat en aigua durant 30 minuts.

7.6.1.5.- CONNEXIÓ AMB L'ARNÉS

Aquest botó té dos posicions i es troba ubicat a la part inferior de l'ARVA TECH i PRO. Per tal de poder encendre el dispositiu, l'usuari ha d'introduir la peça d'unió entre l'ARVA i l'arnés i girar-la fins aconseguir que els seus pins quedin fixats a la posició marcada a la carcassa per les guies. Amb aquest sistema s'evita que l'usuari oblidí encendre el dispositiu abans de començar l'activitat esportiva, així com deixar-ho

encès al termini de l'activitat amb el conseqüent consum innecessari de la bateria. A més, el seu ús és molt intuïtiu i relativament fàcil d'accionar amb guants de neu.

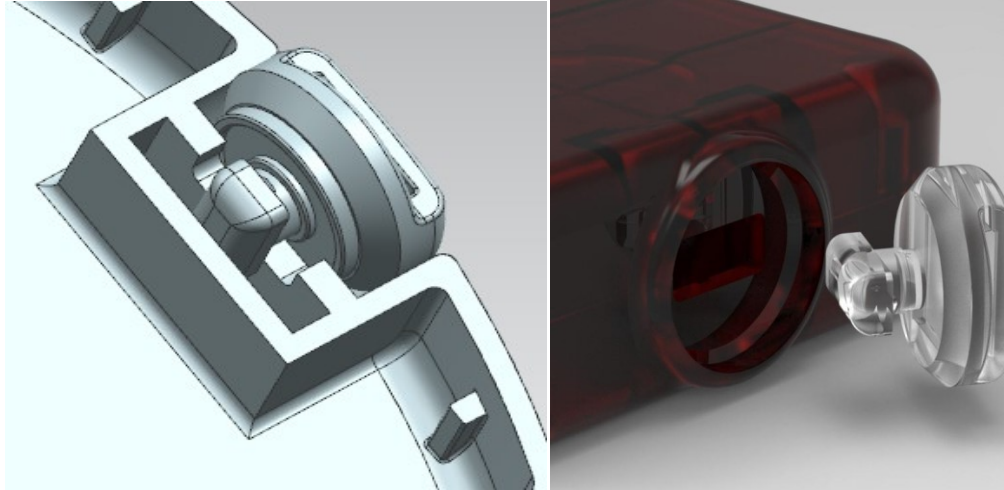


Figura 7.26.Connexió amb l'arnés i ON/OFF.

7.6.2.-CONJUNT ARVA TECH-PRO

Un cop mostrades les peces de l'ARVA Tech/Pro és hora de mostrar el seu conjunt de manera especejada, veient com queden relacionades les peces entre elles, i el seu ordre de col·locació. A més, es pot trobar més informació a l'apartat de plànols, a l'Annex punt 16.1.2.- ARVA TECH/PRO.

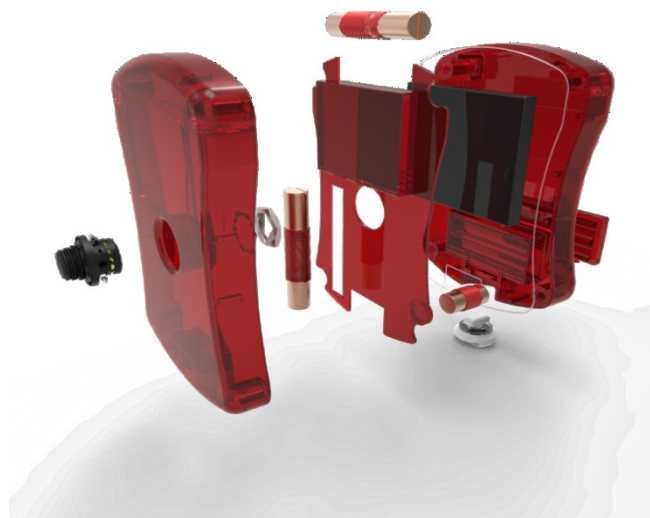


Figura 7.27.Vista i renderitzat especejat del conjunt Tech/Pro

7.7.- ARNÉS

L'arnés és un component de molta importància, ja que garanteix que l'ARVA es mantindrà unit al seu usuari en cas d'ocórrer un allau o un altre imprevist similar. Per a complir amb la seva funció, l'arnés ha de tenir dues qualitats fonamentals: resistència i ergonomia.

- **Resistència:** L'arnés ha de ser capaç de suportar esforços elevats per a mantenir l'ARVA adherit al seu usuari després de produir-se l'allau. Tant la seva morfologia com els materials emprats en la seva fabricació són determinants per a assegurar que complirà amb la seva funció amb garanties. Per aquest motiu, s'ha desenvolupat un disseny robust afegint els reforços adients a les zones més problemàtiques i s'ha fet ús de materials actuals que compten amb unes bones propietats.
- **Ergonomia:** Degut a què l'usuari l'ha de portar enganxat al seu cos durant l'execució de l'activitat esportiva, l'ergonomia de l'arnés juga un paper molt rellevant. En el cas de l'ARVA EASY, tant la seva forma com els seus materials s'han seleccionat per tal de permetre a l'usuari portar-lo amb la màxima comoditat possible. A més, el disseny de l'arnés s'ha desenvolupat per a què permeti a l'usuari agafar amb facilitat l'ARVA en cas de voler cercar als possibles accidentats o realitzar alguna altra consulta.



Figura 7.28. Vistes generals del disseny de l'arnés de l'ARVA EASY.

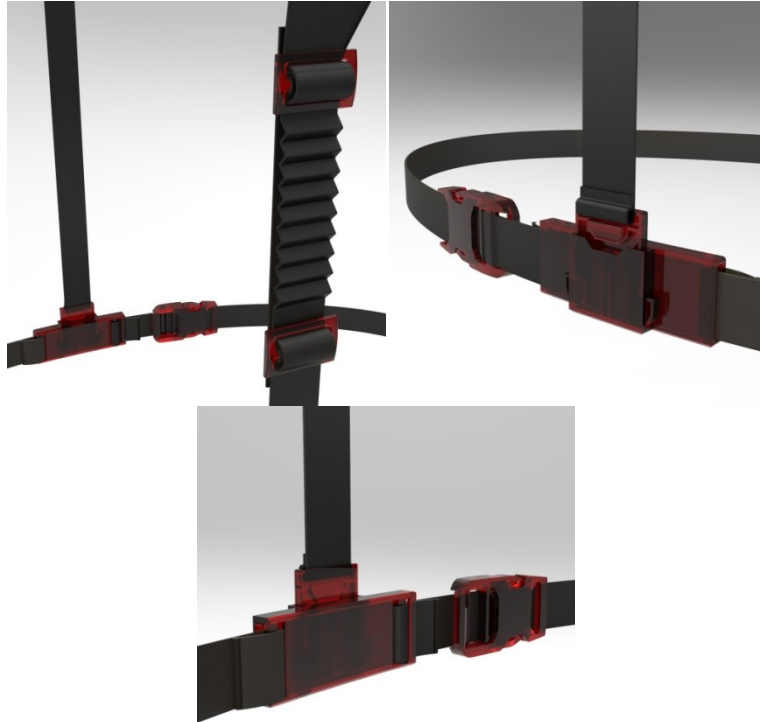


Figura 7.29. Vistes de detall dels components que formen l'arnés.

Es tracta d'una de les parts més importants d'un ARVA, ja que es l'encarregat de subjectar, fixar, protegir i adaptar l'ARVA al nostre cos.

Funcions principals que ha de complir:

- Adaptable al cos en diferents posicions. Principalment disposa de dos "cintes", una per a la cintura i l'altra per la part superior del tronc. En aquest cas, la cinta que passa per el costat del coll s'uneix per la part posterior amb la cinta de la cintura i amb l'ARVA mitjanant la connexió del arnés
- Ha de disposar de una cinta elàstica que permeti la utilització de l'ARVA en funció de recerca de víctimes que l'uneixi a l'arnès o alguna part que estigui en permanent contacte al cos i impedeixi el mínim la seva utilització.
- Sistema de butxaca per allotjar l'ARVA amb un clic de tancament per a que no es pugui obrir sense voler.
- Connexió per la part superior de la funda, per tal que sigui el més fàcil col·locar-ho a dins la funda o extreure'l.

7.7.1.- DISSENY ARNÉS

L'arnés passarà per la espatlla i la cintura de l'usuari, reduint la quantitat de cinta necessària i permetent una objecció per el mínim de punts possibles. A més, es pot adaptar i ajustar en funció de les dimensions de l'usuari.

Tant en la seva part lateral (corresponent a la cintura) com en la seva part frontal l'arnés té un sistema de goma que permet l'usuari estirar aquesta, però que inclou un final de recorregut per evitar que es trenqui en cas d'allau (tal i com es veu en la figura 1.24.) així si la goma es trenca, el sistema encara aguanta gràcies a aquest final de recorregut. En l'AMFE es veuen totes les seves parts en detall.

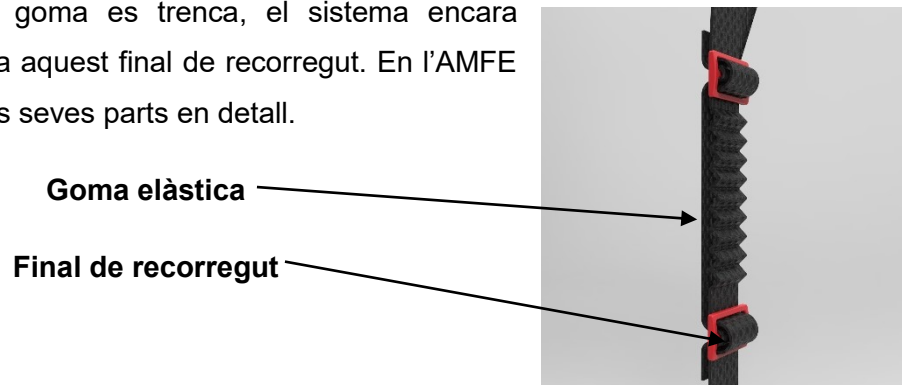


Figura 7.30. Sistema de goma amb final de recorregut.

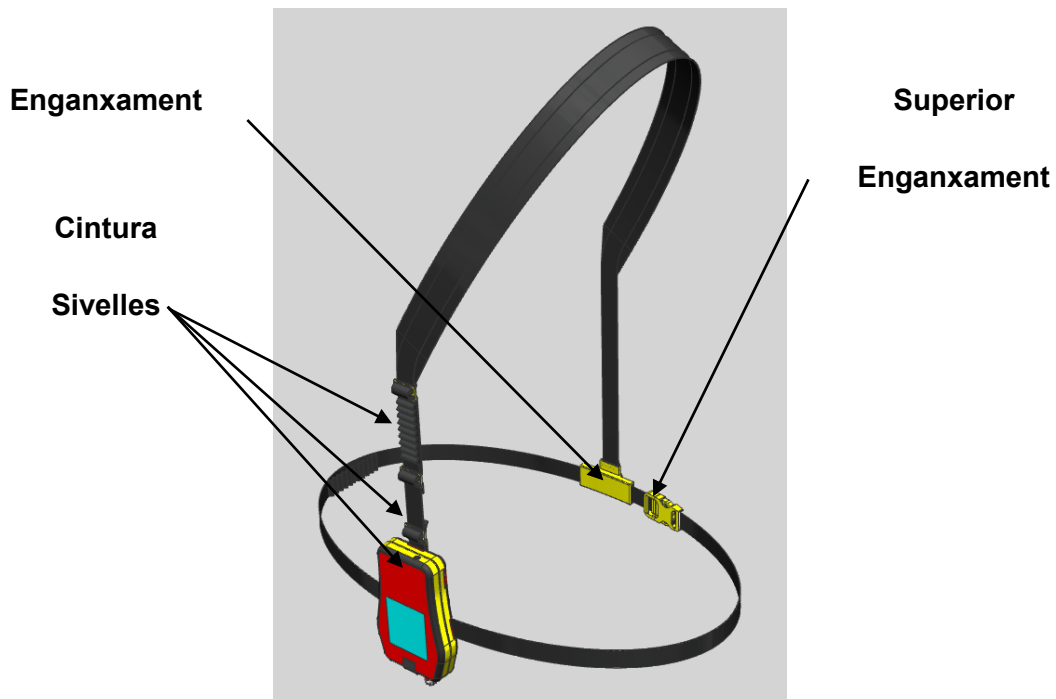


Figura 7.31. Visualització esquemàtica del conjunt i renders.

Es distingeixen diferents parts a l'arnés. En la part frontal s'hi troben 3 sivelles i en la posterior dues parts més, l'enganxament amb la part superior i l'enganxament amb la part de la cintura, tal i com es veu en al figura 1.25.

7.7.- AMFE

7.7.1.- INTRODUCCIÓ

Un AMFE és una eina utilitzada en el món del disseny industrial. Aquest mètode analitza i quantifica els errors o les debilitats dels processos o les peces de manera preventiva, abans de la seva producció en massa[8].

L'AMFE de conjunt analitza les relacions entre les peces (per exemple botó i carcassa de l'ARVA, carcassa i pantalla o simplement com es cargolen les dues carcasses) i detecta possibles fallades.

Les relacions entre peces estan classificades amb un número (X.Y). X és el número de peça o de relació (o del tipus de fallada que pot tenir) i Y és la possible causa que pot tenir aquesta fallada.

Per tal d'explicar-ho amb més facilitat, s'inclou la imatge següent, que és un exemple d'AMFE. En aquest cas es pot apreciar com la peça és un eix que transmet el moviment. Aquest eix pot patir diferents fallades, com per exemple desgast (1.1 i 1.2) i ruptura (2.1). La raó per la qual el desgast té dos punts és perquè pot fallar a causa del muntatge continu (1.1) o de la torsió del eix (1.2). A la següent peça se li aplica un nou punt (3.1). Així doncs, cada possible fallada de la mateixa peça i cada nova peça es un nou punt X i cada nova causa és un punt Y. En cas que s'apliqui més d'una solució per a un mateix problema no s'aplica un número nou.

Nombre de la Pieza / Código	Función de la Pieza	Modo de Fallo potencial	Efecto Potencial del Fallo	Nº	Causa Potencial del Fallo
Ejes - Engranajes	Transmitir el movimiento de la manivela	Desgaste	Pérdida de función	1.1	Montaje y desmontaje continuo
				1.2	Torsión del eje
		Rotura	Pérdida de función	2.1	Torsión del eje
Engranaje central - Engranajes laterales	Transmitir el movimiento de la manivela	Desgaste	Cabezales no giratorios	3.1	Fricción entre dientes
		Rotura	Cabezales no giratorios	3.2	Geometría de dientes

Figura 7.32. Exemple d'AMFE d'un eix que transmet el moviment.

A continuació, es pondera la importància de cada cas (número X.Y), segons els següents criteris (en valors del 1 al 10):

- **Ocurrència:** Número de cops (sobre 10) que aquesta fallada podria ocórrer. Com més proper del 1 menys probable i com més proper al 10 més.
- **Gravetat:** Importància de la fallada. Com més important aquesta fallada, més proper al 10. No és el mateix que tingui un desgast en una peça auxiliar que una ruptura en una estructura. Aquest valor no canvia després d'aplicar alguna solució, donat que serà igual de greu si falla o no, falli o no falli.
- **Detecció:** En aquest cas la detecció és la dificultat de veure l'error. Si l'error és difícil de veure (per exemple que està en una situació interior, fet que dificulta la visió) se li dona un valor més alt. En aquests casos, com no es disposa de més instrument de mesura que l'ull humà i els instruments típics (regles, peu de rei, etc.) els errors solen ser molt difícils de veure.

Després d'obtenir un valor del 1 al 10 per cada un d'aquests criteris, el que es fa és multiplicar-los, tal i com es veu en la imatge inferior.

Nombre de la Pieza / Código	Función de la Pieza	Modo de Fallo potencial	Efecto Potencial del Fallo	Nº	Causa Potencial del Fallo	Controles Actuales	Ocurrencia	Gravedad	Detección	N.P.R.
Ejes - Engranajes	Transmitir el movimiento de la manivela	Desgaste	Pérdida de función	1.1	Montaje y desmontaje continuo	A simple vista	5	8	9	360
				1.2	Torsión del eje	A simple vista	4	8	9	288
		Rotura	Pérdida de función	2.1	Torsión del eje	A simple vista	3	10	9	270
Engranaje central - Engranajes laterales	Transmitir el movimiento de la manivela	Desgaste	Cabezales no giratorios	3.1	Fricción entre dientes	A simple vista	6	8	9	432

Figura 7.33. Exemple d'AMFE d'un eix que transmet el moviment.

Tal i com s'observa a la imatge, el valor de color crema és la multiplicació de la ocurrència per la gravetat per la detecció (en el 1.1 és el resultat de $5 \times 8 \times 9 = 360$) amb un valor màxim de 1000 ($10 \times 10 \times 10$). Aquest valor dona la importància de gastar temps en realitzar una millora, sent el major el valor amb més importància. Així l'equip de dissenyadors sap què cal millorar amb més urgència.

Un cop s'ha decidit actuar sobre un problema, s'aplica una solució i es torna a considerar aquest valor (tal i com s'ha mencionat prèviament, el valor de la "gravetat")

no canvia). Si s'ha realitzat correctament la millora, els valors baixen i per tant la puntuació es menor. L'objectiu global és aconseguir el menor número en cada apartat, significant per tant que s'ha millorat de forma considerable el disseny inicial.

7.7.2.- AMFE D'ARVA EASY

Un cop vist com funciona un AMFE, és hora de mostrar l'AMFE de l'ARVA EASY realitzat al disseny. En aquest cas, just després del Sprint 3, el dispositiu té el disseny inicial mostrat a la fotografia (tenint en compte que es visualitza la carcassa transparent per a poder veure el seu interior), amb dues carcasses (inferior i superior enganxades a pressió), un compartiment per a piles enganxat (gris fosc), un altaveu (blau), un botó d'apagat - emissió - recepció (lila), una placa base (verd), una pantalla (gris clar) i 3 antenes (coure i gris, situades sota la pantalla).

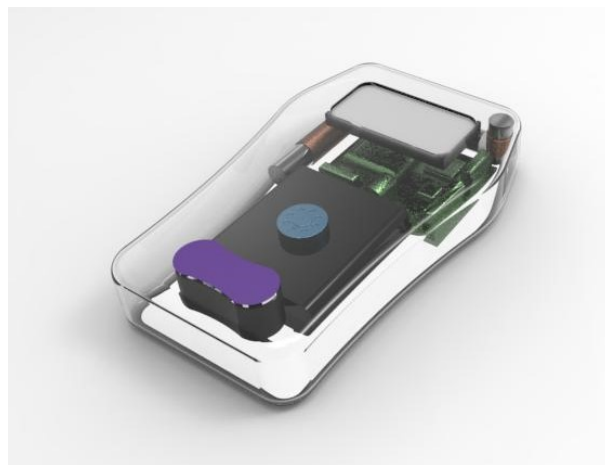



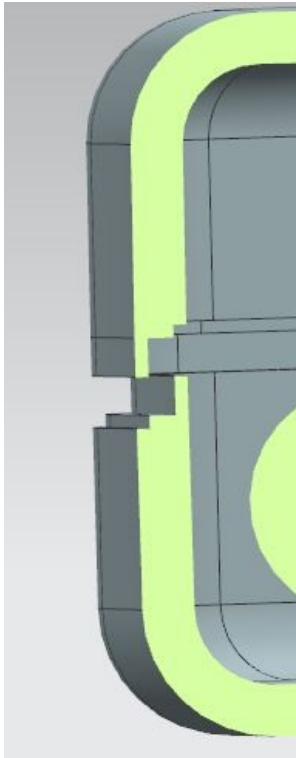
Figura 7.34. Vista general simplificada de l'ARVA EASY per tal de veure amb claredat les interaccions que hi ha entre els diferents components.

És moment d'analitzar aquest disseny inicial amb la taula d'AMFE i veure quines són les seves possibles fallides. D'aquesta forma es detectarà a on es pot millorar el disseny.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú																	AMFE de DISEÑO																	ANÁLISIS MODAL de FALLOS y sus EFECTOS																	TFG																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Nombre del Sistema:																	Dispositivo ARVA																	Ingº Rpble:																	Grupo ARVA Agile II																	Comprobado:																	Sergi Sánchez																	Fecha Revisión:																	16/05/2016																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Nombre del subsistema																	Conjunto																	Fecha:																	16/05/2016																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									

Figura 7.35. Taula d'AMFE de l'ARVA EASY.

Un cop s'ha observat la taula d'AMFE, cal mostrar les diferències en el disseny després d'aplicar els canvis proposats. Aquestes diferències aniran per apartats (1.1, 2.1, etc.) i constaran d'un abans i un després, junt a una petita explicació. Cal dir que a part d'aquesta taula s'han realitzat més canvis en el disseny, però o bé no són visibles o bé no són de relacions entre peces.

Punt	Abans	Després
1.1	<p>Sistema simple d'unió per pressió i per ancoratge.</p> <p>Al llarg del temps perdria la seva estanquitat.</p> 	<p>Nou sistema de contacte entre les carcasses, deixant espai per aplicar una junta tòrica: és un component aïllant de goma que s'utilitza en una junta per a evitar la pèrdua o entrada d'un fluid i garantir l'estanquitat del producte.</p> 
2.1	<p>Sense cap tipus de sistema de fixació deixant de banda l'adhesiu i la pressió.</p>	<p>Addició de cargols M3 que travessen les dues carcasses (entrant per la inferior).</p>

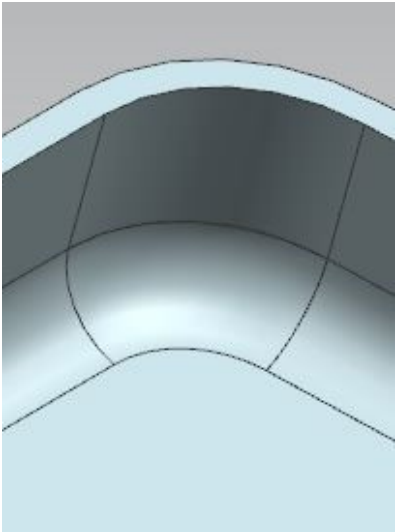
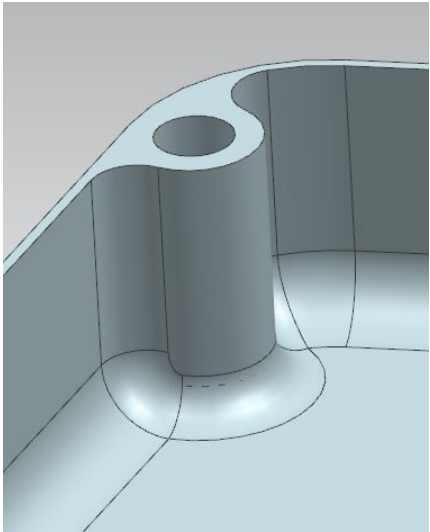
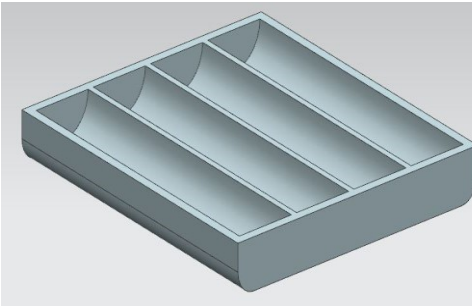
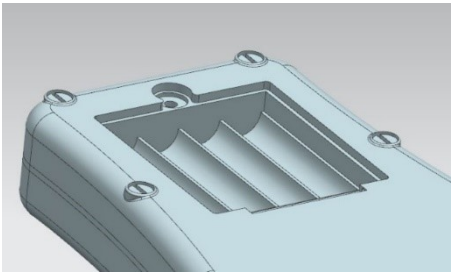
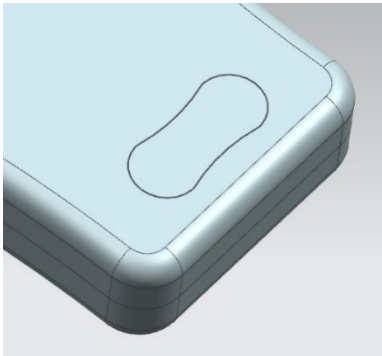

		
3.1	<p>Antic porta piles enganxat (es visualitza només la meitat inferior).</p> 	<p>Nou sistema que integra el porta piles dins la carcassa, reduint pes i millorant l'estanquitat.</p> 
4.1	<p>Antic botó d'apagat - emissió-recepció, que permetia l'entrada accidental d'aigua o altres elements externs.</p> 	<p>El nou sistema de clavilla manté la carcassa estanca, garantint el bon funcionament del dispositiu en condicions de treball.</p> 

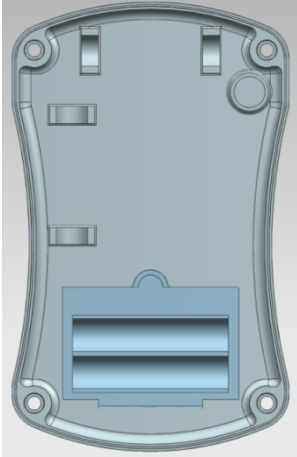
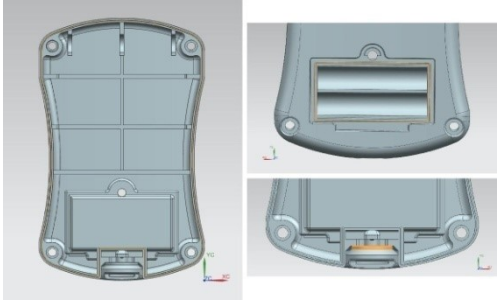
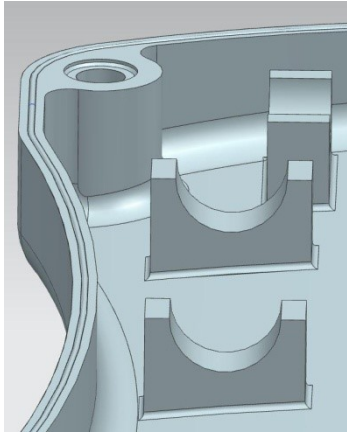
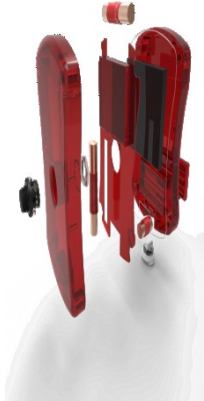
Figura 7.36. Taula comparativa dels components abans de realitzar l'AMFE i després amb els canvis efectuats per tal de millorar el disseny efectuat.

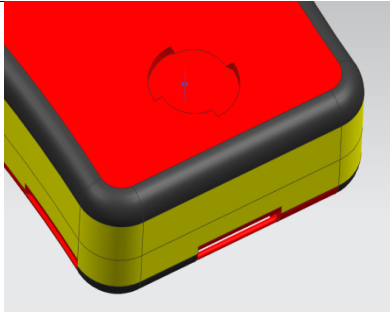
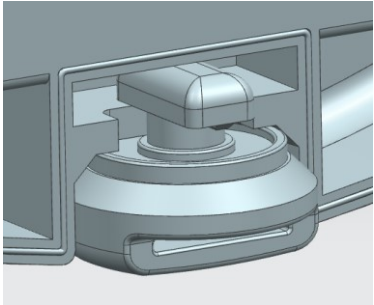
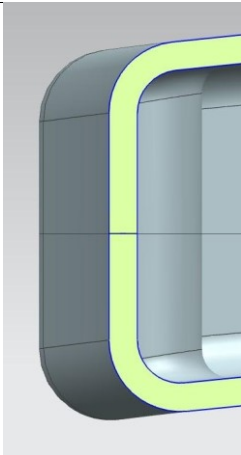
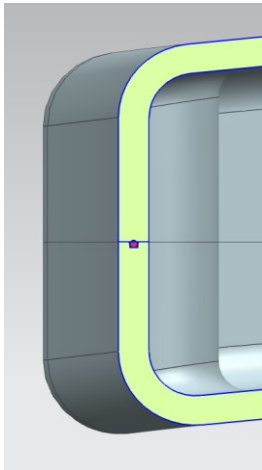


7.7.3.- AMFE ARVA TECH / PRO

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH										AMFE de DISEÑO										TFG	
Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú										ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y sus EFECTOS											
Nombre del Sistema:		Dispositivo DVA TECH/PRO				Ingº Roble:		Grupo ARVA Agile II		Comprobado:		Sergi Sánchez		27/09/2016							
Nombre del sub-sistema:		Conjunto				Fecha:		07/06/2016													
Nombre de la Pieza / Código		Función de la Pieza	Modo de Fallo potencial	Efecto Potencial del Fallo	Nº	Causa Potencial del Fallo	Controles Actuales	Ocurrència	Gravedad	N.P.R.	Acción y Estado Recomendados	Área/ingº Responsable de la Acción Correctiva	Acción Emprendida	Ocurrència	Gravedad	Detección	N.P.R.				
Carcasa Inferior - Antenas		Sujección de las antenas	Rotura	Pérdida de función	1.1	Fragilidad del diseño actual	A simple vista	3	10	8	240	Analizar posibles cambios en el diseño para que los soportes sean más resistentes	Departamento de Diseño	Cambiar la ubicación de los soportes	1	10	8	80			
					2.1	Fallo del pegamento que sujeta las antenas	A simple vista	5	10	5	250	Rediseñar los soportes para evitar la utilización de pegamento	Departamento de Diseño	Cambiar el diseño de los soportes	1	10	5	50			
Carcasa Superior - Enganche Arnés		Unión entre el DVA y el arnés	Aflojado	Pérdida de función	3.1	Aflojado de la unión entre el DVA y el arnés	A simple vista	7	10	5	350	Rediseñar el sistema de unión entre el DVA y el arnés	Departamento de Diseño	Cambiar el diseño del enganche	1	10	5	50			
Carcasa Superior - Carcasa Inferior		Aislar y proteger los componentes internos	Desgaste	Pérdida de estanqueidad	4.1	Mala fijación a presión entre las dos carcasas	A simple vista	6	10	9	540	Analizar posibles soluciones para asegurar la estanqueidad	Departamento de Diseño	Añadir junta tórica	3	10	9	270			
					5.1	Pérdida de la presión que las une	A simple vista	5	10	9	450	Analizar sistema de fijación	Departamento de Diseño	Sellar los tornillos para asegurar la estanqueidad	1	10	9	90			

Figura 7.37. Taula d'AMFE de l'ARVA EASY.

Per mostrar les diferències en el disseny després d'aplicar els canvis proposats cal observar la taula descrita a continuació. Aquestes diferències aniran per apartats i constaran d'un abans i un després, junt a una petita explicació. Cal dir que a part d'aquesta taula s'han realitzat més canvis en el disseny, però o bé no són visibles o bé no són de relacions entre peces.

	ABANS	DESPRÉS
1.1	 <p>Vista de la ubicació dels suports de les antenes abans de realitzar l'AMFE.</p>	 <p>Reubicació dels suports de les antenes per tal d'aconseguir que aquests siguin més resistents i al mateix temps aprofitar millor l'espai disponible a dintre de la carcassa.</p>
2.1	 <p>Amb aquest disseny dels suports de les antenes seria necessari utilitzar pegament per tal de mantenir-les fixes.</p>	 <p>El nou disseny dels suports de les antenes permet mantenir-les en la mateixa placa base..</p>

3.1	 <p>Vista de detall del sistema d'unió entre l'ARVA i l'arnés que es pretenia utilitzar en un principi.</p>	 <p>El nou sistema d'unió entre l'arnés i l'ARVA Tech/Pro és més segur, ja que no es pot afluixar.</p>
4.1	 <p>El disseny inicial no permetia la fixació a pressió de les dos carcasses necessària per a aconseguir que l'ARVA sigui estanc.</p>	 <p>La incorporació d'una junta tòrica és una solució que assegura l'estanquitat del nostre disseny.</p>
5.1	 <p>Els cargols es poden afluixar, fent</p>	

	<p>que l'ARVA perdi la seva estanquitat.</p>	<p>El segellat dels cargol impedeix que aquests s'afluixin, assegurant l'estanquitat del dispositiu.</p>
	<div data-bbox="311 416 775 1025" data-label="Image"> </div> <p>Sistema bàsic amb tres botons.</p> <p>L'ARVA TECH-PRO disposa de múltiples funcions que mitjançant tres botons pot suposar una difícil i lenta interacció entre el producte i l'usuari, a part de possibles problemes d'estanqueïtat de la carcassa.</p>	<div data-bbox="922 488 1273 1093" data-label="Image"> </div> <p>El nou Sistema joystick que manté la carcassa estanca, garantint el bon funcionament del dispositiu en condicions de treball i proporcionant múltiples solucions (cinc funcions d'accionament "comandos").</p>

Figura 7.38. Taula comparativa dels components abans de realitzar l'AMFE i després amb els canvis efectuats per tal de millorar el disseny efectuat.

7.7.4.- AMFE ARNÉS

Igual que amb l'AMFE dels ARVA Easy, Tech i Pro s'ha realitzat un AMFE per a l'arnés, per tal de millorar el disseny i fer-lo més resistent, ergonòmic i segur. Així doncs, s'ha millorat totes les peces, destacades en color groc per a una visualització més senzilla.

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA BARCELONATECH Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú										AMFE de DISEÑO ANÁLISIS MODAL de FALLOS y sus EFECTOS										TFG									
Nombre del Sistema:					Arnés					Ingº Rplie:					Grupo ARVA Agile II					Comprobado:					Sergi Sánchez				
Nombre del subsistema:					Conjunto					Fecha:					02/07/2016					05/07/2016									
Nombre de la Pieza / Código	Función de la Pieza	Modo de Fallo potencial	Efecto potencial del Fallo	Nº	Causa potencial del Fallo	Controles Actuales	Ocurrencia	Gravedad	Detección	N.P.R.	Acción y Estado Recomendados	Área/Ingº Responsable de la Acción Correctiva	Acción Emprendida	Ocurrencia	Gravedad	Detección	N.P.R.												
Pieza corredera	Sirve de unión entre las dos correas y permite que el arnés se adapte a la talla del usuario	Aflojado	La pieza se desliza de forma continua molestando al usuario	1.1	El diseño actual de la pieza no permite que quede fija en una posición	A simple vista	10	7	5	350	Analizar posibles cambios en el diseño de la pieza para se pueda fijar en una posición	Departamento de Diseño	Rediseño de la pieza para que continúe siendo regulable pero se pueda fijar en una posición (similar a la hebilla de una mochilla)	3	7	5	105												
Enganche pequeño	Sirve de unión entre las correas	Desalineación	El enganche no entra con facilidad en la pieza	2.1	La abertura para introducir el enganche es demasiado ajustada	A simple vista	8	5	3	120	Analizar posibles cambios en la geometría de la abertura para facilitar la entrada del enganche	Departamento de Diseño	Rediseñar la abertura para facilitar la entrada del enganche	3	5	3	45												
Enganche Arnés - DVA	Unión entre el arnés y el DVA	Pérdida de función	Aflojado	5.1	La geometría de la pieza es demasiado compleja	A simple vista	10	8	5	400	Analizar posibles cambios en la geometría de la pieza para simplificar su fabricación	Departamento de Diseño	Simplificar la geometría de la pieza	1	8	5	40												
Enganche pequeño	Sirve de unión entre las correas	Rotura	La unión entre las correas se rompería en caso de esfuerzo máximo (avalancha)	4.1	La geometría de la pieza ofrece una resistencia limitada en caso de esfuerzo máximo (avalancha)	A simple vista	3	10	8	240	Analizar posibles cambios en la geometría de la pieza para mejorar su resistencia	Departamento de Diseño	Reforzar la geometría de la pieza	1	10	8	80												
Enganche Arnés - DVA	Unión entre el arnés y el DVA	Pérdida de función	Aflojado	5.1	Aflojado de la unión entre el arnés y el DVA	A simple vista	5	10	5	250	Analizar posibles cambios en el diseño del sistema de unión entre el arnés y el DVA	Departamento de Diseño	Cambiar el diseño del enganche para que sea seguro e intuitivo	1	10	5	50												

Figura 7.39. Taula d'AMFE del arnés.

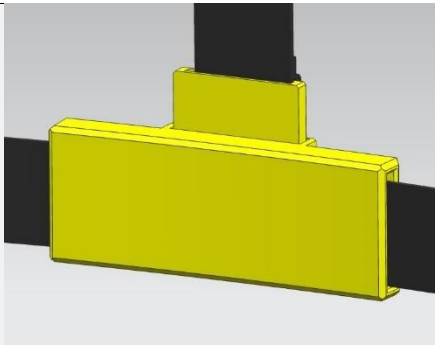
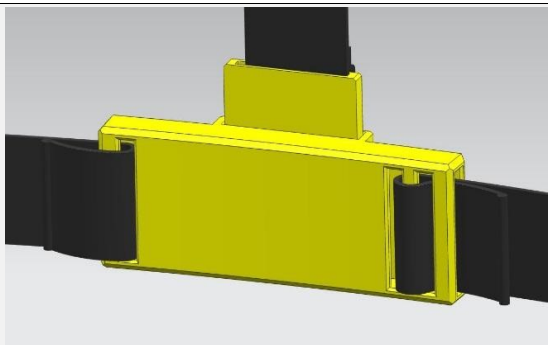
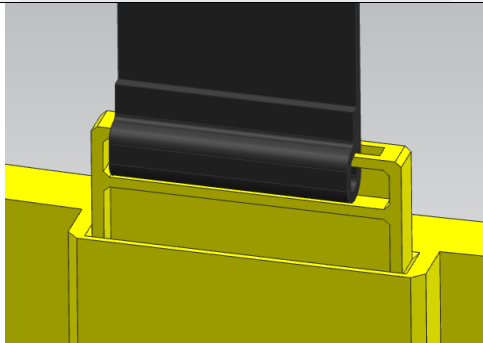
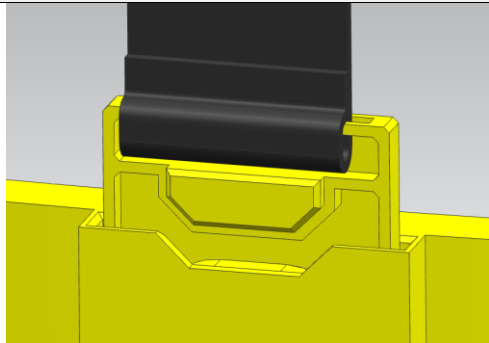
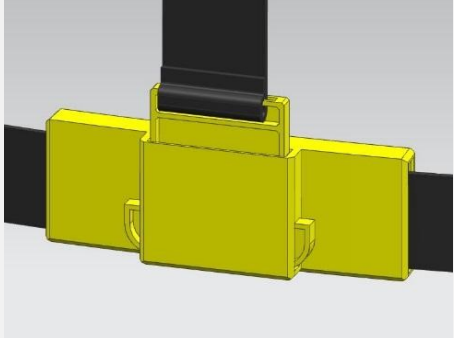
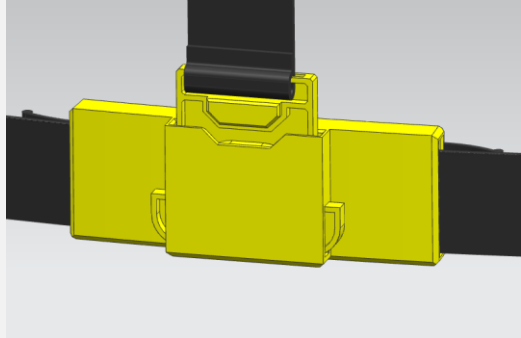
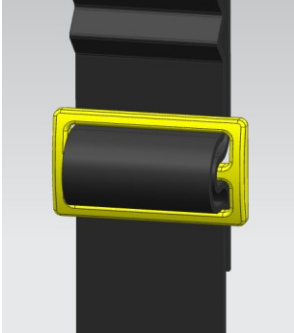
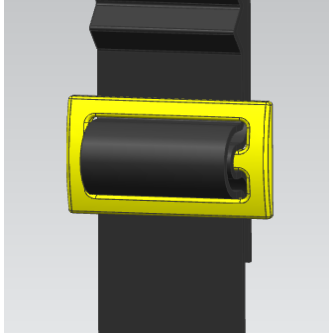
	ABANS	DESPRÉS
1.1		
2.1		
3.1		
4.1		

Figura 7.40. Taula comparativa dels components abans de realitzar l'AMFE i després amb els canvis efectuats per tal de millorar el disseny efectuat.

8.- MATERIALS

En aquest informe es detallaran els materials que s'han d'utilitzar per a la fabricació dels dispositius ARVA.

En tots els ARVA estudiats fins al moment s'aprecien els diferents materials que utilitzen per als diferents components del dispositiu. Tot hi que cada marca no utilitza els mateixos materials, podem afirmar que per a les carcasses i elements d'unió utilitzen materials plàstics de la família dels termoplàstics, per als elements de subjecció diferents tipus de teixits, així com també diferents tipus de components electrònics per a què el dispositiu funcioni correctament.

Per a començar es definiran les diferents parts del dispositiu que s'hauran de tenir en compte a l'hora de triar els materials i es separaran en dos grups principals:

- **Subjecció i suport**

En aquest apartat s'hi englobaran totes les parts que tenen la funció de subjectar l'aparell per al seu ús -arnesos, cintes i peces d'unió-, així com també totes les parts que són necessàries per a suportar tota l'electrònica interior - carcassa de l'aparell, juntes i cargols-. En la realització d'aquest informe ens centrarem en la selecció de materials d'aquestes parts.

- **Funcionament i electrònica:**

Pel que fa al cor del dispositiu s'han de definir els components electrònics que ens permetran un correcte funcionament en quant a comunicació necessària entre els aparells de les mateixes característiques. Alguns d'aquests components són el hardware, les plaques de control, el GPS, les antenes, la pantalla LCD, l'altaveu, els botons i les bateries. Tots aquests components es troben degudament documentats a l'apartat d'electrònica.

8.1.- MATERIALS ESCOLLITS

Per a facilitar la selecció de materials s'utilitzarà el programa de materials CES-Edupack. Aquest programa conté en la seva base de dades la majoria dels materials que podem trobar actualment en el mercat, així com també les característiques que aquests tenen i mitjançant les seves eines podem anar descartant materials segons les restriccions que la normativa ETSI-300/718 requereix per al nostre producte, per a arribar a escollir els materials més adients en relació als requeriments necessaris.

8.1.1.- Arnés:

És el conjunt de tirants, cintes i peces d'unió i d'ajust que ens permetrà el transport i acoblament del dispositiu al cos per a la seva utilització. Com la seva utilització es farà dins una activitat més o menys esportiva es prioritzaran els criteris de confort.

Per als tirants utilitzarem una combinació de teixits transpirables amb gran capacitat per absorbir la suor del cos i de tacte suau per evitar els fregaments, Coolmax, amb costures per donar-li forma, Ripstop i cintes de Nylon en els seus extrems, conjuntament amb unes petites peces de polioximetilè, POM, que les unirà entre elles i facilitaran l'ajustament d'aquests al cos i que en conjunt seran capaços d'aguantar fortes estrebades requerides per la normativa.

8.1.2.- Carcassa:

És l'allotjament de tota la part electrònica de l'aparell. Té la funció de protegir i assegurar el bon funcionament del dispositiu contra cops, estanquitat i exposició a temperatures baixes i radiació solar. A més ha de ser vistosa, per prevenir qualsevol caiguda eventual sobre la neu i ha de tenir una forma ergonòmica tant per al seu ús acoblat al cos, com adaptable a les mans quan s'hagi de manipular, inclús amb guants.

Està formada principalment de dues parts plàstiques de policarbonat, PC^[4] barrejat amb ABS, tapa i cul, unides entre elles mitjançant una junta estanca i fixada per quatre cargols. Unes insercions de material antilliscant, silicona^[4], recobriran les parts per on s'ha d'agafar l'aparell. També s'hi acoblaran elements com poden ser els botons per a l'encesa i funcionament del dispositiu.

8.2.- DESCRIPCIÓ I PROPIETATS DELS MATERIALS

En aquest apartat veurem la descripció de tots els materials que s'ha fet referència en l'informe, que seran els diversos materials que formen l'ARVA Easy, l'ARVA Tech/Pro i l'arnés.

8.2.1.- POLIETILÈ (PE)

El polietilè, (-CH₂-), es va sintetitzar per primera vegada el 1933, i sembla la més simple de les molècules. No obstant això el nombre de maneres en què els nuclis -CH₂- poden vincular-se és gran. És la primera de les poliolefines, els polímers termoplàstics a granel que representen una àmplia quota de mercat. El polietilè és inert i molt resistent a qualsevol solució aquosa. El polietilè és barat, i molt fàcil de modelar i fabricar. S'accepta una àmplia gamma de colors, pot ser transparent, translúcid o opac, lleugerament cerós al tacte, es pot texturitzar o recobrir de metall, però és difícil d'imprimir.

És produït comercialment com a pel·lícula, lamina, barra, escuma i fibra. La fibra de PE trefilada té una extraordinària rigidesa mecànica i resistència, els quals són explotats en geo-tèxtils i usos estructurals. El PE és un bon aïllant elèctric, amb baixa pèrdua dielèctrica. Té escassa resistència als compostos aromàtics i al clor. D'altra banda, crema lentament. El PE és barat, fàcil de conformar, biològicament inert i reciclable. És un dels materials a destacar en els propers 20 anys.

8.2.2.- COOLMAX

Coolmax és una marca registrada de l'empresa AARVANSA, la qual destaca a nivell europeu per la producció de polièster. Sens dubte, la particularitat de Coolmax està basada en la fibra de polietilè: la seva capa és un 25% més gruixuda que les fibres normals, de manera que facilita considerablement la seva transpiració. Gràcies a aquestes propietats capil·lars de la seva fibra, aconsegueix eliminar la humitat del cos. La sudoració és un dels principals problemes a què s'ha d'enfrontar qualsevol esportista en determinades condicions. Aquest mecanisme de refrigeració del cos és molt eficient per disminuir la temperatura corporal davant d'esforços intensos però, de la mateixa manera, també pot resultar molt incòmode i arribar, fins i tot, a propiciar l'aparició de rascades. Per això, comptar amb peces transpirables com, per exemple, el teixit Coolmax és una opció excel·lent.

El sistema Coolmax és conegut per la seva resistència a la humitat i la seva transpiració. Exporta la humitat afavorint la seva evaporació. I això és el que fa que

aquesta humitat s'assequi tan ràpidament. Coolmax és, fonamentalment, un fil de polietilè amb una capa especialment dissenyada amb l'objectiu que la suor s'expandeixi i faciliti la tasca que es pugui evaporar de forma més ràpida i eficient. A més d'evitar que aquest s'acumuli, també s'aconsegueix que la peça es refredi durant el procés, proporcionant a l'usuari una sensació agradable. De fet, els productes elaborats a partir de Coolmax són un 25% més gruixuts que els que han estat elaborats amb altres materials sintètics.

Per això, són ideals per a l'exercici físic ja que l'esportista no té tanta sensació d'incomoditat.

8.2.3.- NYLON

El Nylon (PA) es pot conformar en fibres tan fines com la seda, i va ser àmpliament utilitzat com un substitut d'ella. Avui en dia, les noves fibres han erosionat la seva posició dominant en la confecció de roba.

El Nylon és molt tenaç, resistent i té un baix coeficient de fricció, amb propietats útils en un ampli rang de temperatura (-80 a 120 ° C). Són fàcils de modelar per injecció, mecanitzar i donar acabat. Pot ser enganxat pot ser tèrmicament o per ultrasons, o fins i tot amb epoxi, fenol-formaldehid o altres adhesius de polièster. Certs graus de Nylon es pot dipositar permetent així la seva metal·lització, i la majoria accepta bé la impressió.

Les fibres de Nylon són fortes, resistents, elàstiques i brillants, tenen fàcil gir en filats o fins i tot barrejat amb altres materials. El Nylon absorbeix fins a un 4% d'aigua. Així, per evitar canvis dimensionals, han d'estar estabilitzats abans del model, el que els permet establir un equilibri amb la humitat atmosfèrica normal. El niló tenen poca resistència als àcids forts, agents oxidants i dissolvents, especialment en els graus transparents.

La densitat, rigidesa, resistència, ductilitat i tenacitat dels diferents tipus de Nylon són a prop de la mitjana dels polímers no reforçats. La seva conductivitat i expansió tèrmica són una mica inferiors a la mitjana. El reforç en aquests materials amb elements minerals, pols de vidre o equivalents, augmenta el mòdul, la resistència i la densitat.

8.2.4.- RIPSTOP

El Ripstop és un material teixit, lleuger, de Nylon roscat que resisteix l'esquinçament. Pot ser resistent a l'aigua i s'utilitza comunament per a l'equip d'acampada, com tendes de campanya i les capes exteriors dels sacs de dormir. Aquest material també s'utilitza per fer ala delta i paracaigudes, globus d'aire calent, cometes, banderes i roba esportiva. És ideal per a qualsevol aplicació que requereixi un material que no fallarà sota estrès.

Encara que moltes persones assumeixen la tela Ripstop està fet de niló, això és cert només en part. Està feta teixint fils de niló llarg d'un material de base en els patrons entrellaçats. Es poden utilitzar molts materials de base, incloent cotó, seda, polièster o polipropilè, amb el contingut de niló limitant-se als fils de ratllat creuat que fan que el material resistent al trencament. El material de niló en si no atura els esquinçaments, llevat que es reforci amb el roscat o amb ombrejat en creu.

La versatilitat i la resistència de la tela permeten que sigui utilitzat àmpliament dins del sector tèxtil. Versions transpirables són ideals per a la roba i es poden trobar en pantalons curts, samarretes i motxilles. Està disponible en botigues de teles i tallers de costura perquè les persones puguin utilitzar el material per a les seus propis usos.

8.2.5.- POLIOXIMETILÈ (POM)

El POM es va comercialitzar en primera instància per DuPont el 1959, amb el nom de Delrin. És similar al Nylon, però més rígid, i té una millor resistència a la fatiga i l'aigua. Poques vegades s'utilitza sense modificacions: es barregen principalment amb càrregues, amb retardadors de flama, o barrejats amb PTFE o PU. L'últim, POM barrejat amb poliuretà, té una bona tenacitat. El POM s'utilitza quan les necessitats de mal·leabilitat, bona resistència a la fatiga i rigidesa. Això justifica el seu alt preu en relació amb els polímers massius, com el polietilè, que polimeritzen a partir de matèries primeres més barates amb menor consum d'energia.

El POM és fàcil de modelar per bufat, injecció, modelat de laminats, però la seva contracció en el refredament limita el gruix de paret mínim recomanat per a emmotllament per injecció fins a 0,1 mm. El POM és gris, però pot ser acolorit. També pot ser extruït per obtenir formes amb perfils constants com fibres o canonades. L'augment de la cristal·linitat produeix contracció durant el refredament. Ha de ser processat en el rang de temperatures de 190 a 230°C, i pot requerir un assecat abans del conformat donada la seva higroscopicitat. La unió es pot realitzar amb soldadura

per ultrasons, però el baix coeficient de fricció del POM suggereix utilitzar mètodes de soldadura que empenen molta energia amb amplis temps d'exposició als ultrasons. El POM és un bon aïllant elèctric, que sense copolimerització, o l'addició de grups bloquejants, es degrada amb facilitat.

El POM és fàcilment emmotllable, amb bona resistència a la fatiga, amb rigidesa, i resistència a l'aigua. En forma pura, es degrada fàcilment per la despolimerització dels extrems de la cadena polimèrica per un procés anomenat "descompressió". L'addició de "grups bloquejants" en els extrems de les cadenes polimèriques, o la copolimerització amb èters cíclics, com ara l'òxid d'etilè, evita la descompressió i per tant la degradació.

8.2.6.- POLICARBONAT (PC)

El PC és un dels termoplàstics de la "enginyeria", és a dir, que tenen millors propietats mecàniques que els polímers més bàsics i barats. La família inclou els plàstics de poliamida (PA), el polioximetilè (POM) i el politetrafluoroetilè (PTFE). L'anell de benzè i el grup de OCOO-carbonat es combinen al PC pur per donar-li les seves característiques úniques de transparència òptica, bona duresa i rigidesa, fins i tot a temperatures relativament altes. Aquestes propietats fan del PC una bona opció per a aplicacions com ara discos compactes, barrets durs i caixes de seguretat per a eines elèctriques. Per millorar les propietats de PC, fins i tot més enllà, és possible copolimeritzar la molècula amb altres monòmers (millora la resistència al foc, l'índex de refracció i la resistència a l'estovament), o reforçar-lo amb fibres de vidre (que dona millors propietats mecàniques a altes temperatures).

La transparència òptica i alta resistència a l'impacte del PC el fan adequat per a vidres antibales o anti-fragments. És fàcil de pintar. El PC sol ser processat per extrusió o termoformat (tècniques que restringeixen les seccions i mides màximes), encara que el modelatge per injecció és possible. Quan es dissenya per extrusió, el gruix de la paret ha de ser el més uniforme possible per evitar deformacions, evitant sortints i angles aguts, així com buits i ja que les matrius per perfils buits augmenten en gran mesura el seu cost. La rigidesa dels extrems es pot millorar mitjançant la incorporació de textures o costelles en relleu. El PC pot ser reforçat mitjançant fibres de vidre per reduir els problemes de contracció en el refredament i per millorar el rendiment mecànic a altes temperatures.

La combinació de l'anell de benzè i les estructures de carbonat en l'estructura molecular del PC desenvolupen les seves característiques úniques d'alta resistència i

tenacitat excepcionals. Pot ser fàcilment barrejat amb ABS o poliuretà. La barreja ABS / PC rep el seu retard de flama i la resistència als UV del policarbonat amb un cost menor que l'ABS. La barreja PU / PC aconsegueix la seva rigidesa del policarbonat i la flexibilitat al costat de la facilitat de recobriment del poliuretà.

8.2.7.- ELASTÒMERS DE SILICONA

Les silicones són materials d'alt rendiment, però amb alt cost. La silicona i els fluoro-elastòmers de silicona tenen llargues cadenes de grups O-Si-O-Si- (en substitució de les cadenes -CCCC- típiques dels elastòmers), amb grups metil (CH₃) o fluor (F) en cadenes laterals. Tenen poca resistència, però pot ser utilitzades en una àmplia gamma de temperatures (-100 ° C a + 300 ° C), tenen una gran estabilitat química, i una inusual combinació de propietats.

Els elastòmers de silicona són les resines termostables més cares que es poden fer servir en materials compostos, alhora que són difícils de processar. El seu tacte és similar al del cautxú natural, però tenen una estructura completament diferent. Les fibres de vidre i altres materials de farciment s'utilitzen comunament com a reforços. Les peces resultants són relativament baixes en propietats mecàniques però tenen alta resistència a la calor. Per als *composites* amb fibra de vidre, les propietats mecàniques són millors que en una resina fenòlica o melamina. Són químicament inerts, no absorbeixen aigua i poden ser usades en cirurgia o per equips de processament d'aliments i per segellat. Les silicones poden ser produïdes com líquids, adhesius, recobriments, elastòmers, resines de modelatge i agents d'alliberament. Però totes pateixen una vida útil curta.

Els elastòmers de silicona poden ser curats en aire, curats en fred per l'addició d'un catalitzador o curats per calor. Poden ser pures o carregades amb negre de fum per donar-los conductivitat. Les resines de modelatge de silicona es veuen barrejades amb càrregues inerts per permetre la producció de peces flexibles amb alta resistència a la calor. Les silicones són els compostos químicament més estables de tots els elastòmers, amb característiques útils de -110 a + 310 ° C, tenen bones propietats elèctriques, però resistència relativament baixa (8MPa). Es poden utilitzar com elastòmers o termostables.

8.3.- SIMULACIONS DE FORCES

En aquesta es detallarà l'estudi de forces al que s'ha sotmès el dispositiu mitjançant la simulació per elements finits que permeten els programes de disseny en 3D, en aquest cas l'NX 9.

Fins fa pocs anys, per a realitzar estudis de forces, s'havien de preparar un seguit de proves físiques, assajos destructius amb prototips de característiques similars al que volíem desenvolupar.

Actualment, gràcies als programes de disseny 3D més avançats, podem fer simulacions de forces sense la necessitat de cap prototip, directament amb els components dissenyats ja podem fer els primers estudis de forces, on els resultats seran molts propers als que en realitat es farien, estalviant així molta part del temps que s'hauria d'invertir en la preparació dels abans esmentats assajos.

Val a dir, que aquestes simulacions només estalvien els assajos previs, ja que al estar el dispositiu regit sota la normativa ETSI-300/718, s'hauran de realitzar tot un seguit de proves per tal de poder tirar endavant la certificació del aparell.

8.3.1.- PROVA DE SIMULACIÓ

Per a fer la simulació de forces utilitzarem el programa Siemens NX 9, suposarem diferents hipòtesis de treball, calcularem els valors sota aquestes hipòtesis i amb els resultats obtinguts extraurem les conclusions.

Abans d'entrar a les hipòtesis ens posarem en un context real d'utilització del dispositiu:

Hem de saber que un dispositiu DVA és una de les tres parts d'un set de rescat, ja que per a rescatar una víctima d'un allau necessitem també una sonda de profunditat, un pal rígid d'uns 2,5 m. que ens ajudarà a situar físicament a la víctima un cop el DVA ens la hagi marcat i una pala, que l'utilitzarem per a poder desenterrar la víctima.

També hem de considerar que els equips de rescat professionals fan escanejos de fins a 4 m., quan estan segurs de què no hi ha cap víctima en aquests 4 m. procedeixen a retirar amb maquinària pesada aquesta profunditat i *continuen* escanejant els següents 4 m.

8.3.2.- HIPÒTESI DE TREBALL

Hipòtesi 1: Enterrament a 4 m. de profunditat

Abans de començar la simulació cal definir un primer cas hipotètic que es pugui donar en una situació real, de tal manera que es suposarà una situació on l'usuari d'un aparell DVA quedi sepultat 4 metres sota la neu després de ser víctima d'un allau. Es suposarà aquesta situació com un cas extrem donat que les possibilitats de rescat amb èxit són mínimes degut a diferents factors:

- Es disposa entre 15 i 20 min. per evitar l'asfixia de la víctima.
- S'ha de localitzar la senyal amb un altre aparell DVA.
- La localització física amb la sonda serà impossible per la seva llargada.
- Cavar fins a 4 m. amb pala comporta molt de temps i esforç.

Per altre banda, la neu és la precipitació d'aigua en forma de cristalls de gel. La neu nova té estadísticament una densitat mitjana de 110 kg. per metre cúbic, amb una desviació de 40 kg. per metre cúbic. En un allau la neu està compactada i és difícil de calcular la densitat en aquest cas, és per això que es treballarà també amb la hipòtesi de la densitat del aigua, que sempre serà superior a la condició que pugui tenir la neu en qualsevol del seus estats.

S'atribueix així una situació de pitjors condicions a les que hauria de suportar el dispositiu.

Hipòtesi 2: Caiguda des de 1 m. d'alçada

El segon cas hipotètic que es definirà es podria semblar a una situació real que haurà de suportar aquest aparell durant la certificació que obliga la normativa ETSI-300/718. L'aparell ha de superar sis caigudes des d'una alçada de 1 m. sobre una superfície de fusta de 15 cm. de gruix i 30 kg. de massa.

Hipòtesi 3: Caiguda sobre roca

Un tercer cas hipotètic preveu la possible caiguda d'una persona de 80 kg. sobre una roca. Cal d'aclarir que aquesta hipòtesi suposa la caiguda sobre una roca plana, i s'aplicarà la força del pes de la persona com si fos un cos totalment rígid. També s'aplicarà un factor d'impacte de 2, prenent com a referència el que s'indica el capítol 7 del llibre *Fundamentos de Diseño para Ingeniería Mecánica* (veure bibliografia).

8.3.3.- DADES DE TREBALL

Hipòtesi 1:

Densitat de l'aigua: $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$

Profunditat a la que es troba l'aparell: 3 m

Superfície sotmesa del aparell: $0,0084 \text{ m}^2$

Material del aparell: *Policarbonat*

Gravetat: $9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Hipòtesi 2:

Massa de l'aparell: $0,2 \text{ kg}$.

Alçada inicial: 1 m .

Gravetat: $9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Hipòtesi 3:

Massa de la persona: 80 kg .

Alçada inicial: $1,20 \text{ m}$.

Gravetat: $9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

Càlcul de dades:

Hipòtesi 1

Es calcula la força a la que està sotmesa la superfície del aparell sepultat 4 metres sota la neu:

$$F = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot 4 \text{ m} \cdot 0,0084 \text{ m}^2 \cdot 9,81 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1} = 329,616 \text{ N}$$

Hipòtesi 2

Es calcula l'energia potencial al moment just abans de l'impacte:

$$E_c = m \cdot g \cdot h = 0,2 \cdot 9,81 \cdot 1 \cdot 2 = 3,924 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Hipòtesi 3

Es calcula l'energia potencial al moment just abans de l'impacte:

$$E_c = m \cdot g \cdot h = 80 \cdot 9,81 \cdot 1,20 \cdot 2 = 1883,52 \text{ N} \cdot \text{m}$$

```

-----
                                INFORMACIÓN DE MATERIAL
-----

Material de la biblioteca : Polycarbonate-GF
Categoría                  PLASTIC
Subcategoría              Polycarbonate
Referencia de biblioteca physicalmateriallibrary.xml
Categoría                  : PLASTIC
Subcategoría              : Polycarbonate
Tipo de material          : IsotropicMaterial
Versión                   : 4.0
Densidad de la masa (RHO) : 1.2e-006kg/mm^3

===== Mecánico
Módulo de Young (E)       : 4000000mN/mm^2 (kPa)
Coeficiente de Poisson (NU) : 0.35
Tipo de no linealidad (TYPE) : 1
Criterio de la función del rendimiento (YF): 1
Regla de endurecimiento (HR) : 1

===== Fuerza
Límite elástico           : 65000mN/mm^2 (kPa)

===== Térmico/eléctrico
Conductividad térmica (K) : 200microW/mm-C
Calor específico (CP)      : 1100000000microj/kg-K

===== Visual
Patrón de entramado       : Rubber/Plastic

```

Figura 8.1. Informació del material proporcionada pel programa NX 9.

Aplicació de dades

Un cop oberta la peça que es farà servir per a la simulació en el programa NX 9, es passarà a carregar les dades per a poder resoldre i obtenir resultats. Se li atribueix el material a la peça, que es troba a la base de dades del programa: Polycarbonat. S'apliquen les dades de força calculades:

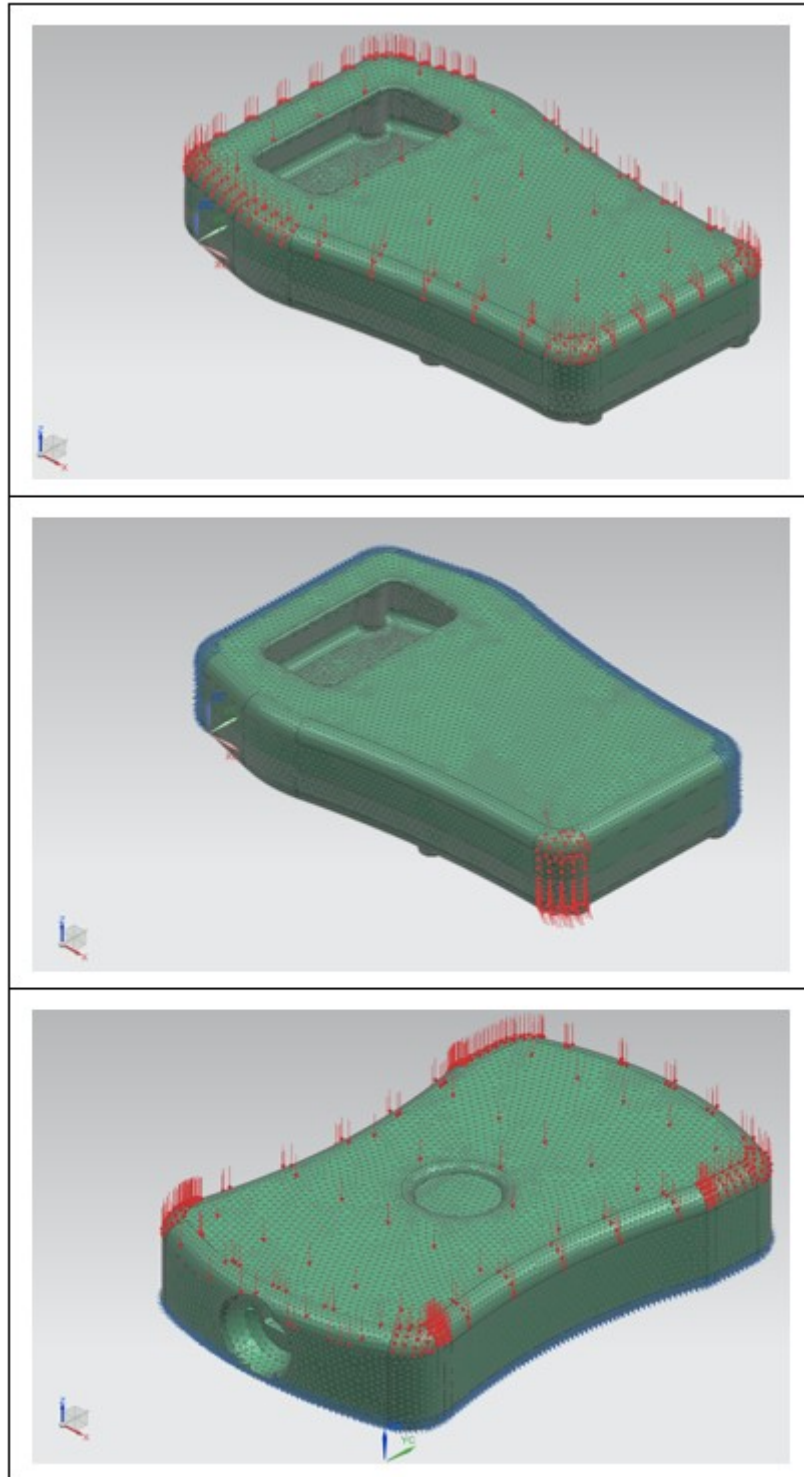


Figura 8.2. Aplicació de forces calculades per a les tres diferents hipòtesis.

I finalment es resol, obtenint el resultat que es veu a la figura
Referent a l'esforç i a les dimensions:

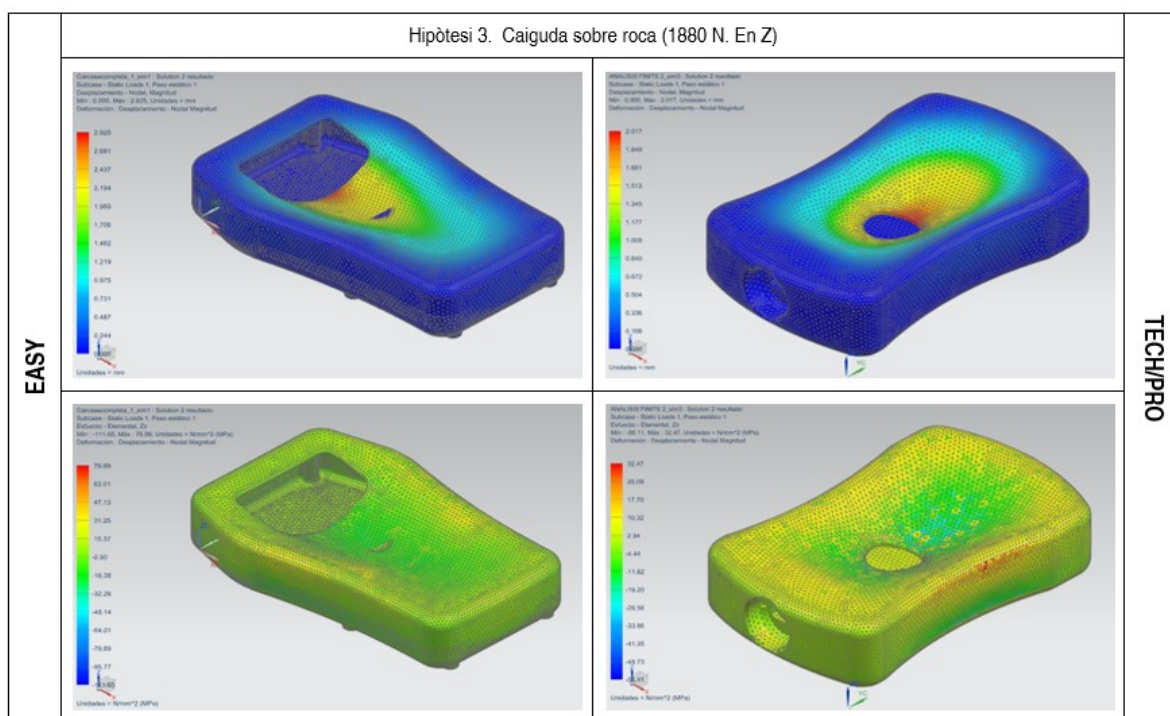


Figura 8.5. Resultats de la simulació per a la hipòtesi 3 dels dispositius EASY i TECH/PRO.

Propietats mecàniques del Policarbonat:

Propiedades mecánicas

Modulo de Young	2	-	2,44	GPa
Modulo a cortante	0,789	-	0,872	GPa
Módulo en volumen	3,7	-	3,9	GPa
Coefficiente de Poisson	0,391	-	0,408	
Límite elástico	59	-	70	MPa
Resistencia a tracción	60	-	72,4	MPa
Resistencia a compresión	69	-	86,9	MPa
Elongación	70	-	150	% strain
Dureza-Vickers	17,7	-	21,7	HV
Resistencia a fatiga para 10 ^ 7 ciclos	22,1	-	30,8	MPa
Tenacidad a fractura	2,1	-	4,6	MPa.m^0.5
Coefficiente de pérdida mecánica (tan delta)	0,0164	-	0,0181	

Figura 8.6. Propietats mecàniques del Policarbonat.

8.3.4.- CONCLUSIONS

Finalment es comparen els resultats de la simulació amb les propietats mecàniques del Policarbonat i es pot comprovar que aquest material és capaç de resistir amb escreix les tres hipòtesis que s'han plantejat. La dificultat que suposa calcular la magnitud d'un allau radica en la multitud de factors que poden intervenir, tot i així, s'ha fet la simulació sota unes hipòtesis de pitjors condicions i els resultats són varies vegades inferiors als límits que ens marquen les propietats del material.

Després de les diferents proves de simulació, es pot confirmar que les carcasses que s'han dissenyat suportaran amb garantia les tres hipòtesis esmentades en aquest informe que descriuen situacions límit (un enterrament de fins a *4 metres* de neu, una caiguda des de *1 metre* d'alçada i una caiguda sobre una roca).

9.- IMPLEMENTACIÓ

9.1.- ESTUDI TECNOLOGIES

Les diferents tecnologies que s'han estudiat i utilitzat per a poder implementar els prototips són les següents:

9.1.1.- ANTENES 3G

Què és el 3G?

El 3G és un sistema de comunicació de telefonia mòbil, que permet enviar tant veu com paquets de dades. Mitjançant una antena compatible amb 3G es té accés a les xarxes telefòniques propietàries, que permeten enviar trucades i missatges d'emergència en cas d'accident.

Si es té una SIM d'una companyia telefònica també es poden fer trucades de veu o de vídeo a altres mòbils, o bé accedir a Internet, però es necessitaria exclusivament una xarxa del propietari de la SIM, i una cobertura de la senyal molt bona.

Com a inconvenient, com més càrrega d'informació s'emeti, menys cobertura es rep, així que sempre és més viable utilitzar serveis més bàsics, en situació de poca cobertura.

Possibles usos al projecte

L'ús que podria tenir incorporar la tecnologia 3G al projecte seria poder avisar a emergències fàcilment des de l'aparell ARVA. Amb un botó es podria enviar un missatge amb la localització de la víctima o de l'equip de recerca, per mobilitzar els equips de rescat, mentre l'equip de recerca s'ocupa de trobar les víctimes d'un accident.

Ús en futurs models comercials

Els models comercials poden incorporar un botó que envia un missatge als serveis d'emergència, per tal de desplegar equips de rescat. Amb això es necessitaria haver fet un acord amb els serveis d'emergència per tal de que puguin entendre i gestionar els avisos de l'ARVA i puguin actuar en conseqüència.

9.1.2.- ANDROID

Què és Android?

Android és un sistema operatiu de codi obert, destinat a fer funcionar telèfons mòbils intel·ligents i desenvolupat per Google. Aquest sistema operatiu és el més utilitzat pels mòbils d'arreu del món, amb una quota de mercat del 65% mundialment, 90% a Espanya.

Per aquests mòbils es poden desenvolupar moltes varietats d'aplicacions, que es poden valer dels components actuals d'un mòbil, com poden ser la capacitat de trucar o enviar missatges, d'obtenir la situació actual mitjançant GPS, o simplement trobar el Nord mitjançant una brúixola incorporada al mòbil. Amb tots aquests components es poden fer aplicacions molt potents que podrien servir en casos d'emergència.

Possibles usos de la tecnologia

Si es desenvolupa una aplicació d'Android que es complementi amb l'aparell ARVA es pot arribar a millorar les prestacions a la hora de buscar una víctima. Mitjançant els components del telèfon mòbil es pot ajudar a fer una sèrie de funcions, com ara:

- Veure la pantalla de l'ARVA al mòbil i manipular-lo sense treure'l de sota la roba
- Afegir funcionalitats extra a models bàsics d'ARVA, com ara afegir funcions de GPS al mode l'ARVA Easy, model bàsic que no té gaires components per sí mateix.
- Afegir funcions de visualització de situació, rutes o mapes a models d'ARVA que no tenen una pantalla capaç de fer-ho.
- Complementar funcions de l'ARVA en cas d'averia d'algun dels components.
- Recopilació de dades de cada excursió.
- Compartir rutes i excursions realitzades per internet.
- Avisar als serveis d'emergència amb la ubicació de l'ARVA.
- Comprovar la distància del mòbil i l'ARVA i generar alertes de pèrdua de dispositiu.

Ús actual al prototip i futur ús als models comercials

Així doncs, s'ha desenvolupat una aplicació d'Android que pot veure totes les dades de l'ARVA, pot fer servir el GPS del mòbil per complementar el del prototip i que es pot fer servir com el mateix ARVA.

També té un apartat de ubicació de víctimes a un mapa, un altre de recopilació d'estadístiques i una simulació d'enviament d'un missatge al 112, que no està actiu per no tenir cap acord amb els serveis d'emergència.

Pels futur models comercials es podria fer un acord amb els serveis d'emergència, per tal d'activar l'avís al 112 amb un botó, i implementar noves funcions, com ara l'alerta de pèrdua de dispositiu ARVA o de recopilació de rutes.

Finalment també es podria replicar la aplicació a d'altres sistemes operatius, com ara iOS o Windows Phone.

9.1.3.- BATERIES

Alimentació actual dels ARVA

Els ARVA actuals requereixen actualment l'ús de piles, han de garantir una autonomia de 200 hores en mode pausa i d'una hora en mode de recerca. Fins ara els ARVA no han tingut més funcions que la bàsica d'enviar i rebre una senyal de ràdio per poder trobar les víctimes. Tots els ARVA del mercat utilitzen piles i garanteixen una autonomia més alta que la marcada per normativa.

Modificacions per alimentar els models comercials

Per poder alimentar uns aparells que tinguin tantes funcions i components com el prototip, es necessitarà complir la normativa, però també afegir molta més capacitat d'emmagatzematge d'energia, si no, no es podrà garantir les hores d'autonomia que marca la normativa.

Per tal de complir aquestes directrius, es seguirà utilitzant piles, però en menor mida, i s'afegirà una bateria de ions de Liti (com les dels telèfons intel·ligents) de gran capacitat. En cas de tenir bateria, es podran fer servir tots els components de l'ARVA, incloent GPS, Bluetooth i 3G.

Quan es descarregui la bateria passaria a mode d'estalvi energètic, i només utilitzaria els components bàsics de l'ARVA, és a dir antenes de ràdio, pantalla i altaveu. D'aquesta manera es pot garantir una bona autonomia tant amb bateria com amb piles, i s'afegeix la possibilitat de poder recarregar la bateria amb qualsevol carregador. Tot i així no es podria fer servir l'aparell sense les piles, ja que una temperatura molt baixa podria afectar negativament a la autonomia de les bateries.

9.1.4.- BLUETOOTH

Per complir les funcions de l'ARVA i afegir-ne de noves com a valor afegit, hem de decidir quines tecnologies farem servir per cada una d'elles. Després de fer una selecció entre possibles tecnologies i les funcions que podrien assolir hem decidit que seran aquestes:

Què és el Bluetooth?

El Bluetooth és una tecnologia que permet comunicar-se entre diferents dispositius electrònics a curta distància, mitjançant una xarxa d'àrea personal i sense necessitat de fer servir cables. Aquesta tecnologia és molt comú en l'àmbit dels dispositius mòbils (*Smartphones, wearables, impressores wireless...*).

Aquesta tecnologia utilitza ones de ràdio de molt alta freqüència (sobre els 2.4 GHz) per enviar paquets d'informació entre un "*Master*" (dispositiu que inicia la connexió) i fins a 7 "*Slaves*" (dispositius que poden comunicar-se amb el màster enviant paquets d'informació).

Existeixen dos tipus de Bluetooth:

- *Basic Rate*: És el primer Bluetooth que es va implementar. Envia constantment paquets d'informació entre els dispositius, mantenint la connexió fins que s'atura manualment. Té relativament bon rang de senyal i ofereix un servei continu apte per funcions que requereixen enviament de dades constant.
- *BLE (Bluetooth Low Energy)*: Tecnologia relativament nova, que actualment incorporen la majoria de smartphones actuals. És una variant del Bluetooth de molt baix consum, que envia petites ràfegues de dades per mantenir la connexió i la informació necessària per les aplicacions que el fan servir. A diferència del Bluetooth original, aquest no manté constantment un enviament de dades, el que proporciona un rang de senyal més ampli.

També hi ha aparells que porten components capaços d'actuar tant en *Basic Rate* com en BLE, si necessiten aprofitar-se de les diferents característiques dels dos tipus.

Possibles usos al projecte

El nostre aparell requereix de múltiples comunicacions sense fils entre diferents aparells, destacant comunicació entre ARVAs, i comunicació ARVA-smartphone. Sabent la naturalesa de curta distància, no es pot utilitzar per la funció principal de buscar víctimes, però ens pot servir per comunicar l'ARVA i un dispositiu mòbil com un

smartphone o *unwearable* (aparells electrònics intel·ligent que simula una peça de roba, o aparell incorporats a una peça de roba).

D'aquesta manera és possible consultar ràpidament la informació de l'ARVA i, arribat el cas, buscar possibles víctimes des d'un aparell extern sense haver de treure l'ARVA de dins la roba.

També podria arribar a millorar la recerca de víctimes fent treballar el GPS del SmartWatch i l'ARVA alhora, o enviant dades de l'ARVA al mòbil.

Ús final al prototip i possible futur ús a models comercials

Al prototip del projecte s'ha incorporat un component de *Bluetooth Basic Rate*, que fa d'intermediari entre l'aparell ARVA i la aplicació d'Android que farà de complement. Durant el desenvolupament de la aplicació es va decidir fer servir un component de *Bluetooth Basic Rate*, ja que servia com a font constant de dades per tal de trobar errors de programació en les comunicacions.

La implementació en BLE és pràcticament idèntica, així que en un possible futur comercial s'optaria a canviar a un component BLE, que optimitzaria el consum de l'aparell i seria capaç de fer correctament el servei que ja fa el *Bluetooth Basic Rate*.

9.1.5.- GPS

Què és el GPS?

La tecnologia GPS utilitza múltiples satèl·lits que orbiten la Terra (actualment existeixen uns 24), i els utilitzen per triangular la posició actual de l'usuari (longitud, latitud i altitud). El mòdul GPS es connecta a 4 o més d'aquests satèl·lits i sincronitza el rellotge amb els del satèl·lit. Aprofitant els paquets de sincronització, es mesura la distància a cada un d'ells calculant el temps d'arribada dels paquets de dades.

Com més satèl·lits pugui trobar el mòdul GPS, més precisió es té en la localització.

Per millorar aquest sistema, el mòdul GPS pot incorporar un receptor de GPS diferencial. Un GPS diferencial és un GPS estàtic que calcula les correccions de posició produïdes a la zona i les envia als GPS mòbils per tal de millorar la precisió de la ubicació. Això requereix estar al abast d'algun d'aquests GPS diferencials.

L'únic problema que té, és que per tenir una ubicació fiable s'ha de determinar cada poc temps la ubicació. El càlcul continu, juntament amb la comunicació amb els satèl·lits té un consum bastant gran de bateria, parlant de dispositius mòbils.

Possibles usos al projecte

El dispositiu ARVA podria incorporar un GPS que podria tenir diferents funcions:

- Substituir els GPS que normalment porten els practicants d'esports de muntanya, i estalviar un aparell. El que implica menys pes i aparells que revisar.
- Complementar el sistema original de recerca de l'ARVA. A part de la recerca per radiofreqüència, també es podrien comunicar a altres aparells la situació GPS (mitjançant alguna altre tecnologia com LoRa o Zigbee. Zigbee és un conjunt de protocols d'alt nivell de radiodifusió digital).
- Guardar camins recorreguts per un grup per tal de guardar la ruta, o poder tornar pel mateix lloc en condicions adverses (tempesta de neu, boira), que compliquen el moviment a la muntanya
- Informar als serveis d'emergència la posició d'una víctima per tal d'enviar un equip de salvament.

Ús actual al prototip i ús a possibles models comercials

Actualment hi ha afegit al prototip un mòdul GPS que ens fa les funcions principals de l'ARVA. En mode emissió s'obté la situació mitjançant GPS i s'envia als altres aparells cada certs intervals.

En mode recerca, quan es rep la situació de les possibles víctimes, es comparen les coordenades amb les de l'equip de recerca, i es calcula la distància i la direcció de les víctimes. Si utilitzem la aplicació accessori amb un mòbil Android, també som capaços de ubicar en un mapa les víctimes que trobem.

Als models comercials no seria l'únic sistema de recerca, ja que s'afegiria al sistema clàssic de recerca de l'ARVA, la radiofreqüència. També ens podria proporcionar estadístiques en temps real, si es guarden totes les dades anteriors (pendent recorreguda, distància recorreguda, rutes...).

9.1.6.- LoRa

Què és LoRa?

El LoRa és una tecnologia de comunicació sense fils punt a punt de llarga distància. Pensat per l'Internet de les Coses, és un component de molt poca consumició d'energia i que pot enviar dades fins a 15km, amb les condicions adequades.

Utilitza una freqüència d'ona de ràdio d'entre 868MHz i 915MHz i una de les seves característiques a part del seu llarg abast, és que els obstacles entre emissor i receptor pràcticament no interfereixen als missatges.

Tot i el seu gran abast, existeix un gran desavantatge: la mida de les dades que s'envien al màxim abast és exageradament petita, d'aquí que el seu ús més comú sigui el de recopilar estadístiques i enviar-les al centre de dades, i actualment també s'està estudiant utilitzar-lo al camp de la domòtica.

També té una altre contrapart: el seu màxim abast només es pot aconseguir si es té un receptor de més potència (i bastant més mida i consum) situat a llocs òptims, cosa impossible amb dispositius mòbils.

Possibles usos al projecte

Al ser una tecnologia de llarg abast, l'ús més evident al projecte seria el de complementar l'ús actual dels ARVAs comercials. Afegit a la comunicació per ràdio de la direcció de les possibles víctimes, podem fer que l'ARVA es comuniqui amb d'altres i junt amb GPS o alguna aparell de localització mitjançant LoRa, i situar-los en un mapa.

També es pot fer servir per monitoritzar un grup de persones que fan un esport de muntanya enviant dades a un guia o monitor, i adonar-se ràpidament si algú s'allunya massa del grup o es queda atrapat en alguna allau.

Tot i així, podria no ser fiable pel poc volum de dades que es poden enviar a llargues distàncies, i potser s'hauria de limitar l'abast per tenir un extra de velocitat per rebre dades.

Possible futur ús a models comercials

Actualment el prototip té implementat un sistema de recerca de múltiples víctimes en el mode de recerca, mitjançant antenes de radiofreqüència comuns. Afegint la tecnologia de LoRa, es podria augmentar l'abast d'aquesta aplicació, i afegir-ne de noves, com ara la monitorització dels membres del grup, esmentada en l'anterior punt.

També es podrien aplicar sistemes automàtics d'alarma per pèrdua de membres del grup i situació de cada membre del grup en temps real.

9.1.7.- RECCO

Què és el RECCO?

El Recco és un sistema de rescat basat en 2 aparells: un radar detector, i un xip reflector. El radar detector (radar harmònic), envia un senyal que és retornat pel xip reflector i que descobreix la seva posició.

Per la seva part, el xip reflector no té font d'alimentació, i està encapsulat en un a pastilla pràcticament indestructible. Es recomana tenir un al casc, o una combinació d' un parell de reflectors a diferents parts del cos, per assegurar la comunicació del senyal.

Actualment els reflectors estan presents en varies peces de roba, equipament de muntanya i ARVAs de la marca Ortovox.

Els radars de Recco són molt utilitzats pels serveis d'emergència, i actualment detecten ARVAs, però són molt voluminosos i pesants, i no es poden incorporar a aparells mòbils, en canvi els xips reflectors són molt petits i pràcticament no pesen, el que facilita que es pugui portar a qualsevol lloc.

Usos al projecte

Donat que el radar es virtualment impossible d'incorporar als ARVAs, l'únic que es pot fer és incorporar un xip reflector, que afegeixi les possibilitats a la víctima de ser trobada. A més, a partir de 2009, els radars de Recco també poden trobar ARVAs, així que podria facilitar la recerca als equips de rescat.

9.2.- COMPONENTS UTILITZATS

Després de determinar les tecnologies que es farien servir, s'han adquirit tots els components que conformaran el prototip d'ARVA. S'ha decidit fer un prototip d'ARVA Tech, que correspon a la gamma mitja dels productes proposats d'ARVA, ja que conté els afegits que podrien aportar més valor a un aparell d'aquestes característiques. Els components escollits son:

9.2.1 - ARDUINO MEGA

Els Arduinos són uns mini-computadors fàcilment programables (utilitzen llenguatge C) i compatibles amb una gran varietat de components que poden servir per prototipar

virtualment qualsevol projecte electrònic. Gràcies a aquesta versatilitat i facilitat de trobar components, es podran afegir totes les tecnologies de l'ARVA adientment.

Un avantatge dels models MEGA d'Arduino es que tenen un emmagatzematge més gran respecte d'altres models, perfecte per poder encabir totes les llibreries dels components que s'hi afegiran.

Microcontrolador	ATmega2560
Voltatge predeterminat	5V
Alimentació recomanada	7-12V
Límit màxim alimentació	20V
Pins comunicació digital	54 (15 també donen alimentació)
Pins comunicació analògica	16
Memòria interna	256 KB
Mida	101.52 mm x 53.3 mm
Pes	37 g

Taula 9.1. Característiques Arduino Mega

9.2.2 BLUETOOTH - MÒDUL HC-06

Pel prototip s'ha escollit un mòdul estàndard per la persistència de la connexió, més apte que BLE per desenvolupar. Es va escollir un mòdul HC-06, component utilitzat principalment amb dispositius *IoT*.

Aquest mòdul conté antena incorporada, el que ens estalvia espai, i pot funcionar amb un voltatge molt baix per poder alimentar altres components alhora sense necessitar alimentació externa.

Voltatge d'ús	3.1V-4.2V
Freqüència de l'antena	2.4GHz
Compatible USB	Sí, fins a USB 2.0
Versió Bluetooth	v2.0, compatible amb models superiors.
Mida	27mm × 13mm
Pes	37 g

Taula 9.2. Característiques mòdul Bluetooth HC-06

9.2.3 GPS - UBLOX NEO-6M

Aquest mòdul GPS s'usa habitualment en projectes amateurs de drons, i seguiment d'aparells voladors. Això assegura que serveix per seguir en temps real la situació, d'una manera fiable. Altres avantatges d'aquest mòdul són que té un mode d'estalvi d'energia i antena integrada, i un baix temps d'arrencada en fred (obtenció de satèl·lits i ubicació acabat d'encendre).

Voltatge d'ús	3.6V
Temps d'obtenció primera ubicació	27s
Compatible USB	Sí, fins a USB 2.0
Millores de GPS	Compatible amb serveis A-GPS (<i>Assisted</i> GPS) i GPS diferencial.
Mida	16.0mm x 12.2mm

Taula 9.3. Característiques mòdul GPS

9.2.4 MÒDUL RADIOFREQUÈNCIA

El mòdul RF no té cap característica en especial, ja que la majoria tenen les mateixes especificacions. Utilitza un oscil·lador R433A, per enviar dades per una freqüència 433MHz. En servirà per substituir la comunicació dels mòduls RF d'un ARVA, ja que són personalitzats (457kHz) i no es poden trobar al mercat.

Voltatge d'ús	3.5V-12V
Millores de GPS	Compatible amb serveis A-GPS (<i>assisted</i> GPS) i GPS diferencial.
Mida	16.0mm x 12.2mm

Taula 9.4. Característiques mòduls RF433 (emissor i receptor)

9.2.5 PANTALLA OLED

La pantalla escollida és de tipus OLED. Aquests tipus de pantalles es caracteritzen per consumir menys que qualsevol pantalla LCD normal, i la possibilitat de poder graduar la intensitat de la llum. S'ha escollit una pantalla amb resolució 128x32 amb un xip SSD1306, que pot ser fàcilment intercanviable per d'altre més grans que portin el mateix xip sense haver de fer modificacions importants en la programació.

Voltatge d'ús	4V
Mida	26.70mm × 19.26mm
Mida per píxel	0.154mm × 0.154mm
Pes pantalla	1.54 g
Colors	Groc (2 primeres files superiors), Blanc (resta de la pantalla)

Taula 9.5. Característiques pantalla OLED

9.2.6 ALTRES COMPONENTS

Per acabar de poder manipular correctament l'aparell sense un portàtil i que tingui autonomia pròpia s'han adquirit botons, múltiples cables per connectar tots els components, i un porta piles que pugui alimentar el prototip.

9.3.- CONNEXIONS

En aquest apartat es recull la informació més tècnica del prototip; els components que el formen i com es connecten entre ells.

Com s'ha mencionat en més d'un apartat anterior, el prototip està basat en una placa Arduino Mega 2560 ja que es necessiten dels pins i la memòria extra degut al nombre de dispositius i les seves llibreries, que ocupen gran part de la memòria disponible del dispositiu.

A més de l'Arduino el prototip es basa dels següents components:

- *Protoboard*: La placa del centre de la figura 9.6, on es connecten la resta de components.
- Pantalla OLED: Part superior esquerra de la figura 9.6.
- Mòdul GPS: Part superior central de la figura amb cables de color lila i groc.
- Antena Bluetooth: Part amb la etiqueta HC-06 a la figura 9.6.
- *Buzzer* o altaveu: Primer dispositiu enganxat a la *protoboard* si es comença per l'esquerra.
- Botons: D'esquerra a dreta tenim el botó de víctima rescatada (cable marró), seguit del de següent víctima (cable gris) i el de canvi de mode (cable marró clar).
- Antena emissora: Mòdul marcat com "Tx" a la figura 9.6.
- Antena receptora Component amb la marca "Rx" a la figura 9.6.

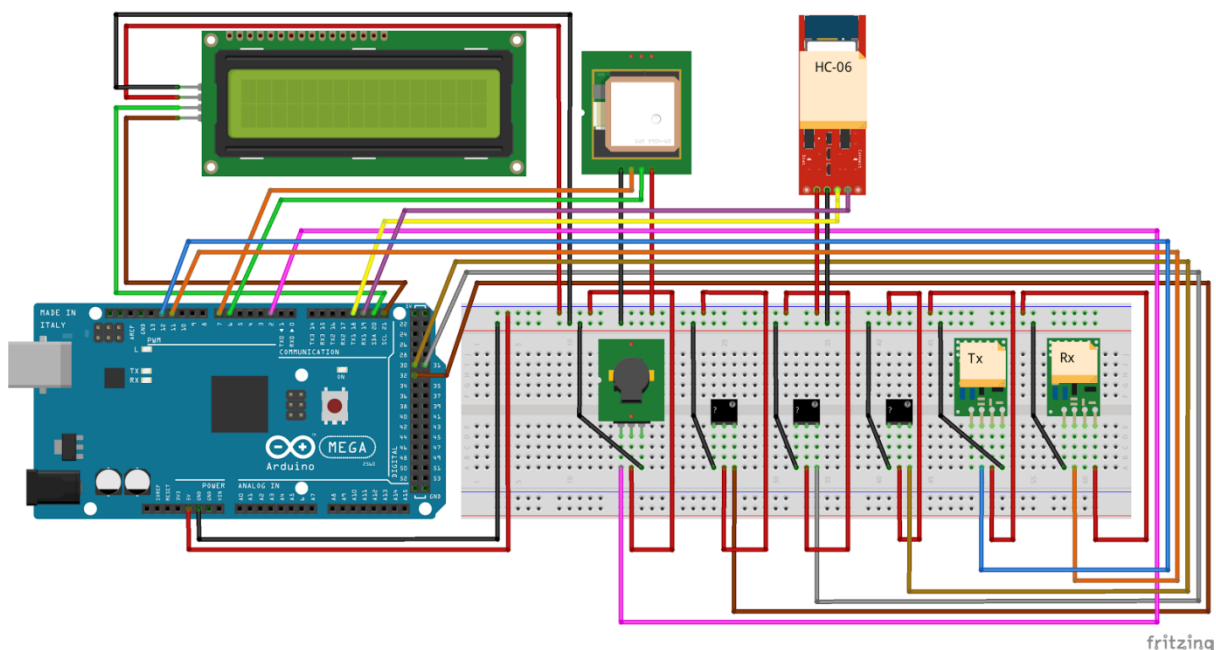


Figura 9.6. Connexions dels components amb l'Arduino Mega

Per començar s'ha de recalcar que, encara que a la figura es pot veure tots els components connectats als 5V i GND del arduino, hi ha dos components que han d'estar connectats a una font d'alimentació externa i són l'antena de Bluetooth i les antenes de ràdio. Això es degut a que la seva MTU o mida del paquet que es pot enviar varia dràsticament en funció de la potència nominal que reben els mòduls i es va demostrar després de realitzar nombroses proves amb les antenes.

- Mòdul GPS: Presenta, també, 4 pins. En ordre d'esquerra a dreta:
 - GND (negre): Connectat al port GND de l'Arduino
 - TXD (taronja): Destinació al pin Serial1.rx (pin 19)
 - RXD (verd): Connectat al pin Serial1.tx (pin 18)
 - VCC (roig): Direcció als 5V de la placa

Necessita d'una connexió serial i, en el cas del prototip, aquesta s'aconsegueix mitjançant el port Serial2 de l'arduino Mega. Una de les principals característiques de l'arduino Mega és que ofereix 3 ports Serial per connectar dispositius; si es volgués utilitzar més d'un serial a la vegada amb un arduino Uno es pot fer gràcies a la llibreria SoftwareSerial.

- Antena Bluetooth: Necessita també de 4 cables; d'esquerra a dreta:
 - VCC (roig): Connectat també als 5V
 - GND (negre): Com es habitual també va connectat al GND
 - RXD (groc): Connectat al pin Serial2.tx (pin 18)
 - TXD (lila): Connectat al pin Serial2.rx (pin 19)

Com s'ha mencionat abans i tot i que el diagrama no ho mostra, els pins GND i VCC han de ser connectats a una font d'alimentació externa. Els pins TX i RX es connectaran als pins que corresponen al Serial2 de l'arduino Mega. Aquest component requereix de 3 connexions; d'esquerra a dreta:

- *Signal* (lila clar): Connectat al pin digital 2 de la placa
- VCC (roig): Connectat als 5V
- GND (negre): Connectat al GND de la placa

Aquest dispositiu sols necessita d'un pin de dades per funcionar i està connectat al primer pin digital disponible

- Botons: Un botó estàndard consta de 3 pins; d'esquerra a dreta:
 - GND (negre): Com ja es habitual, connectat al GND
 - VCC (roig) : Connectat als 5V del dispositiu
 - *Signal* (marró fosc, gris i marró clar): Connectats als pins digitals 32, 31 i 30

El pin 32 correspondria al de víctima rescatada, el del 31 a següent víctima i l'últim (pin 30) al botó de canvi de mode. Sols necessita d'un cable de dades ja que sols necessitem saber si està polsat el botó (LOW) o no (HIGH).

- Antena emissora: Els 3 pins, d'esquerra a dreta, estan connectats amb:
 - DATA (blau): Connectat al pin 12 de la placa
 - VCC (roig): Amb connexió als 5V
 - GND (negre): Connectat al GND

Totes les dades es reben per un sol pin sincronitzat amb un rellotge intern per a enviar bit a bit la informació al mòdul d'antena.

- Antena receptora: l'altre mòdul d'antenes; la receptora consta de 4 pins que estan connectats, d'esquerra a dreta, amb els següents ports de l'Arduino Mega:
 - GND (negre): Connectat al GND
 - DATA0 (taronja): Directament connectat al pin 11 de l'Arduino
 - DATA1 (NA): No connectat
 - VCC (roig): Alimentat als 5V

Dels pins de DATA sols hi ha un connectat ja que s'utilitza el mateix protocol que en l'antena emissora. Sols necessita d'un pin i un rellotge per a transmetre la informació rebuda per l'antena a la placa.

9.4.- PROTOCOLS DE DADES

Els dispositius ARVA elaborats, donat que necessiten establir comunicació els uns amb els altres, han tingut que seguir un protocol de comunicació. Aquest protocol és necessari per a enviar dades entre dos dispositius; ja sigui ARVA - Aplicació mòbil o ARVA - ARVA.

Classificarem el protocol en dos apartats:

- Comunicació ARVA - ARVA:

Entre dos dispositius ARVA s'han de transmetre les dades essencials per tal que, quan un dispositiu es troba en mode de recepció (com s'explica a l'apartat següent), un dispositiu sigui capaç de saber on trobar els diferents ARVA que actualment es troben en mode emissió.

En altres paraules, la informació que intercanviaran un ARVA en mode emissor i un altre en mode recepció es la localització de l'ARVA emissor.

Per aconseguir-ho es va dissenyar la següent estructura de paquet:

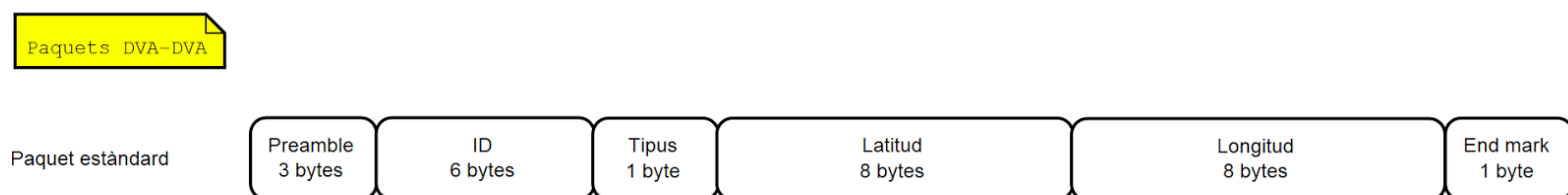


Figura 9.7. Estructura dels paquets ARVA-ARVA

On cada camp del paquet es pot explicar de la següent forma:

- *Preamble*, 3 bytes: El començament de tots els paquets del protocol sempre és "ARVA". Facilita en gran part el reconeixement del paquet i la seva validació.
- ID, 6 bytes: L'adreça física del dispositiu emissor. Necessari per a reconèixer i indexar els ARVA.
- Tipus, 1 byte: Camp usat per a diferenciar els paquets en cas d'haver-hi més d'un tipus.
- Latitud, 8 bytes: Un dels dos camps de localització; en aquest cas informa de la latitud del dispositiu.
- Longitud, 8 bytes: l'últim camp de localització; en aquest cas informa de la longitud del dispositiu.

- *End mark*, 1 byte: Camp estàtic amb valor '#' que marca la finalització del paquet, útil per la verificació i comprovació del mateix.
- Comunicació Arvapp - ARVA / ARVA - Arvapp: Aquesta comunicació es duu a terme de forma asimètrica; és a dir, els dos dispositius no poden transmetre les mateixes dades l'un amb l'altre.

Per explicar això s'ha d'entendre que la aplicació actua com un reforç del sistema ARVA i, per tant, no pot crear dades noves fet que provoca que el protocol ARVA-ARVA no pugui ser aplicat amb la connexió ARVA-Arvapp.

En aquest cas definim Arvapp com un extra que pot comunicar-se amb un ARVA i pot interactuar mínimament amb ell però que no pot actuar per si sol com un ARVA.

El protocol de comunicació entre ambdós dispositius, doncs, serà el següent:

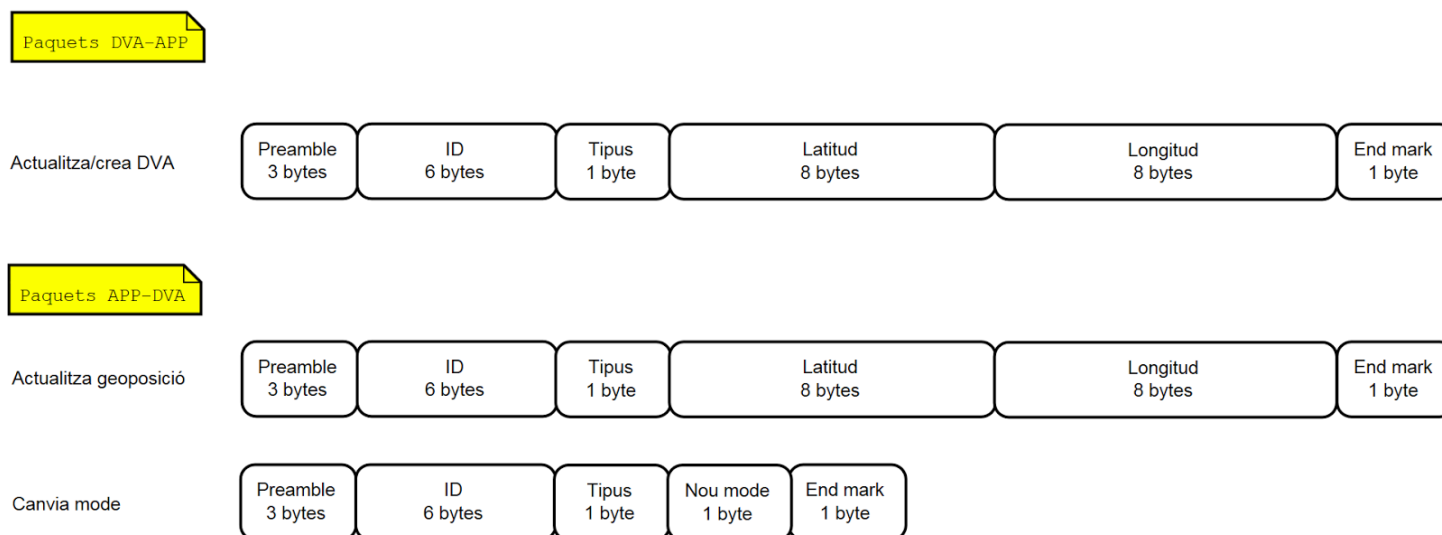


Figura 9.8. Estructura dels paquets ARVA-Arvapp/Arvapp-ARVA

- Actualitza/crea ARVA: Paquet enviat per l'aparell ARVA on li diu a la App que ha rebut dades d'un segon dispositiu ARVA per tal que l'aplicació el doni d'alta o actualitzi el valor de la seva localització. A continuació es procedeix a explicar alguns dels camps:
 - ID, 6 bytes: No es tracta de la ID del dispositiu al que està connectada la aplicació mòbil sinó d'un segon ARVA que ha enviat dades i han sigut recollides pel dispositiu.

Actualitza posició: Si el dispositiu mòbil on està instal·lada la aplicació Arvapp disposa d'un mòdul GPS i es capaç de rebre dades d'aquest, llavors, mitjançant aquest paquet, informa al dispositiu ARVA de les noves dades de localització. A continuació es procedeix a explicar alguns dels camps:

- ID, 6 bytes: En aquest cas es tracta de la ID del dispositiu vinculat a la aplicació mòbil.

Canvia mode: Paquet enviat per la aplicació mòbil on informa el dispositiu que canviï de mode (emissor/receptor).

- Nou mode, 1 byte: La aplicació força al dispositiu a canviar al mode determinat; els possibles valors són "emissor" i "receptor". Si el dispositiu ja ha canviat al mode desitjat per la App ignorarà el paquet.

9.5.- CODI PROTOTIP

Com ja s'ha esmentat en altres parts d'aquesta memòria, aquest ARVA està format d'un Arduino Mega 2560, una pantalla Oled, un altaveu o "*buzzer*", un parell de antenes de ràdio, una de Bluetooth i un parell de botons. Tot aquest hardware és necessari per realitzar les funcions bàsiques d'un aparell ARVA i a continuació s'explicarà la lògica que va a dintre de cada un dels dispositius.

Abans de començar s'ha de recalcar que un ARVA, com ja s'ha esmentat varies vegades a la memòria, és un aparell de cerca de persones; per tant, es considera que és un aparell capaç de saber on es troba ell mateix i ser capaç d'enviar aquesta informació a un altre dispositiu que, alhora, ha de ser capaç d'oferir un camí ràpid i eficient per trobar el primer aparell.

A grans trets es poden diferenciar dos casos d'ús generals; enviament de dades per donar a conèixer la meua localització i cerca d'un dispositiu a partir de les dades anteriors.

Per entendre millor el que s'explicarà en els següents apartats es recomana donar un cop d'ull al diagrama següent on podem veure el flux del programa i que fa en cada cas:

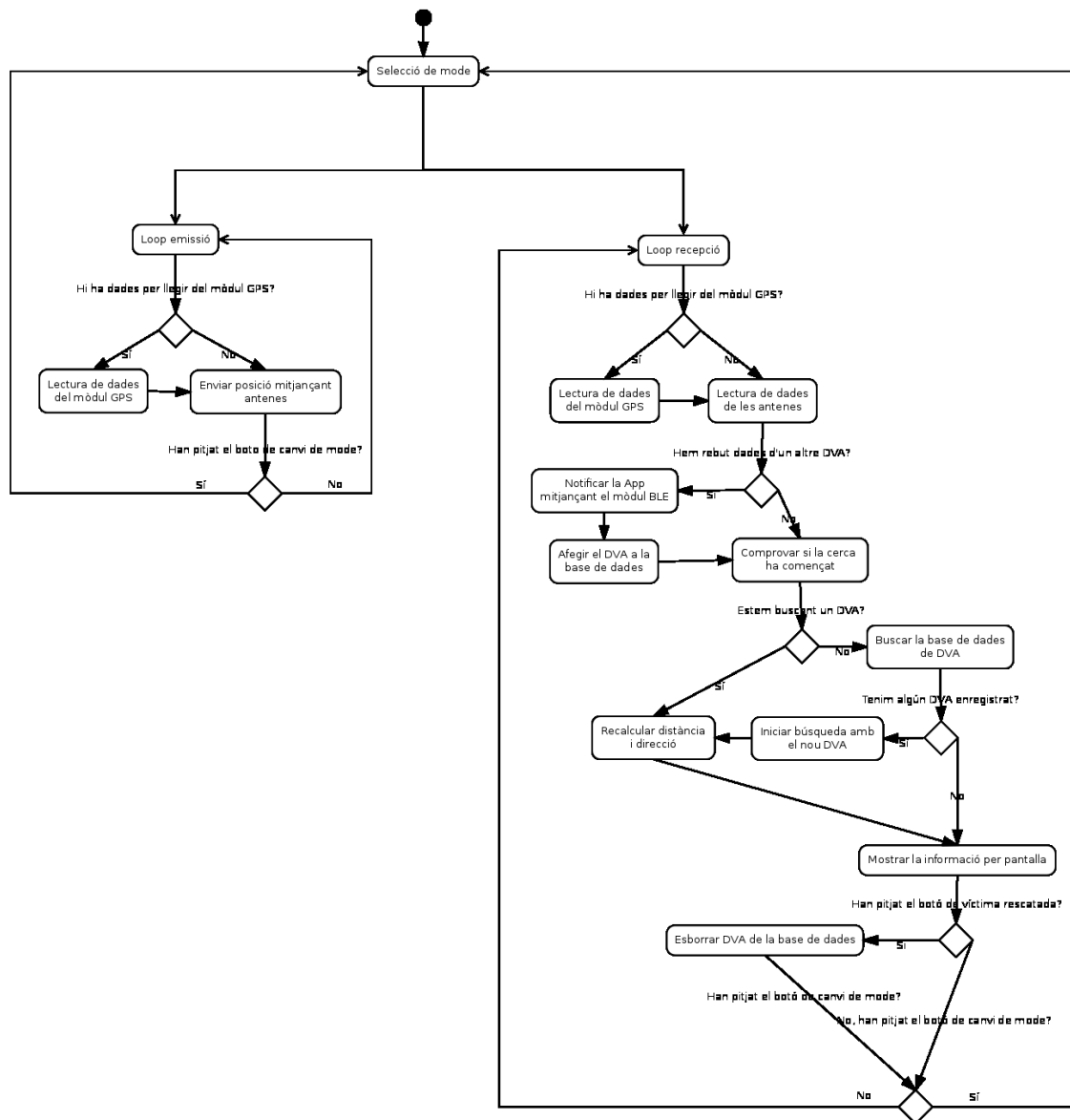


Figura 9.9. Diagrama de flux dels ARVA

9.5.1.- LÒGICA DEL EMISSOR

Aquest apartat explicarà les principals funcions i parts del codi necessari per desenvolupar la funció d'emissor dels ARVA.

Un ARVA en mode emissor, en general, és aquell que, com es pot observar a la figura anterior, es dedica a agafar dades del mòdul GPS i enviar la seva localització per les antenes.

Primer que tot es defineix un ARVA com una estructura que conté els següents elements:

```
//DVA structure definition
typedef struct DVAs {
    boolean initialized;
    String id;
    long lastUpdated;
    float latitude;
    float longitude;
} Dva;
```

Figura 9.10. Estructura ARVA

- initialized: Booleà que indica si un ARVA és vàlid o no
- ID: Identificador de l'ARVA
- lastUpdated: Guarda l'últim temps en que es van rebre dades de l'ARVA
- latitude: Última latitud reconeguda
- longitude: Última longitud reconeguda

També s'ha de definir l'estructura de paquet del protocol ARVA:

```
//Packet structure definition
typedef struct dva_pkts {
    int type;
    boolean initialized;
    String data;
    int len;
} Dva_pkt;
```

Figura 9.11. Estructura d'un paquet

- type: Tipus de paquet, útil per diferenciar entre els paquets esmentats a l'apartat 6.2
- initialized: Booleà que indica si el paquet és vàlid o no
- ID: Identificador de l'ARVA que emet
- data: Camp de dades del paquet, en aquest cas s'hi trobarà la latitud i longitud (veure 6.2)
- len: Longitud (en bytes) del paquet

Un cop es defineix un ARVA i el protocol es procedeix a inicialitzar tots els components necessaris per a la funció d'emissió de dades dels ARVA amb les següents funcions:

void rf_setup() -> Inicialitza les variables i pins de les antenes i Bluetooth

PRE: No s'han inicialitzat les antenes

POST: Les antenes estan inicialitzades i preparades per a enviar

void buttons_setup() -> Inicialitza les variables i pins necessaris per fer funcionar els diferents botons

PRE: Els botons no funcionen

POST: Els botons estan preparats i funcionen

Amb aquestes dues funcions ja funcionen les antenes i el botó per canviar de mode. Cal procedir ara a assignar-li el rol d'emissor al ARVA ja sigui iniciant-lo per primer cop (és el mode definit per defecte i sempre s'engegarà en mode emissor) o canviant el mode amb el botó corresponent.

Sols queda, ara, obtenir les dades del GPS i enviar-les mitjançant les antenes; per fer-ho cridarem a les funcions següents:

void gps_read(&my_ARVA)->Llegeix les dades que ofereix el GPS i les guarda al paràmetre my_ARVA

PRE: El mòdul GPS ha d'estar inicialitzat

POST: Es modificarà la latitud i longitud de "my_ARVA" si hi ha dades que llegir

void tx_rf(&my_ARVA, RF_SEND_LOCATION) ->

PRE: "my_ARVA" ha de ser vàlid

POST: S'enviarà un paquet mitjançant les antenes

9.5.2.- LÒGICA DEL RECEPTOR

Aquest apartat explicarà les principals funcions i parts del codi necessari per desenvolupar la funció de receptor dels ARVA.

Com en mode emissor, el dispositiu necessita instanciar les estructures de ARVA i paquet per que funcioni com en l'apartat 6.4.1 però amb una lleu diferència; es necessita ara d'un segon ARVA que actuarà de "*target*" o objectiu per a la cerca. Aquest ARVA objectiu no serà vàlid fins haver rebut al menys un paquet d'un ARVA diferent al propi aparell.

En primer lloc s'inicialitzen els components necessaris per a fer a executar la funció de recepció executant les següents funcions:

void rf_setup()

void buttons_setup()

void lcd_setup() -> Inicialitza les variables i els pins necessaris per fer funcionar la pantalla

void buzz_setup() -> Inicialitza les variables i pins necessaris per fer funcionar l'altaveu o *buzzer*

Un cop els components estan preparats es comença assignant el rol de receptor al ARVA i comprovant si el mòdul GPS té dades per llegir amb la funció:

void gps_read(&my_ARVA)

Un cop s'han actualitzat les dades del propi ARVA es comprova si s'ha rebut un paquet per les antenes amb una crida a la funció:

boolean rx_rf(&pkt) -> retorna cert si s'han pogut llegir dades o fals en cas contrari

PRE: Les antenes han d'estar inicialitzades

POST: Si hi han dades per llegir es guardaran a la estructura paquet "pkt" i retornarà cert

En cas d'haver rebut un paquet es procedeix a donar-lo d'alta a la "base de dades" del dispositiu; un *array* de ARVA de mida màxim 50. Aquest *array* es pot modificar i consultar amb les següents funcions:

void array_setup() -> Instància l'*array* i el deixa preparat per emmagatzemar fins a 50 ARVA

PRE: Res en concret

POST: L'*array* s'ha inicialitzat i està preparada

boolean array_push(ARVA) -> Retorna cert si l'ARVA passat per paràmetre ha sigut afegit a l'*array* o ha modificat el valor latitud i longitud d'un dels ja existents. Retornarà fals si la *array* es plena o no s'ha pogut afegir l'ARVA.

PRE: L'*array* ha d'estar inicialitzada (amb `array_setup()`).

POST: l'ARVA "ARVA" s'ha afegit a la llista o bé s'ha modificat els valors dintre l'*array* en cas que el camp ARVA.id ja estigui enregistrat.

boolean array_pop() -> Elimina un ARVA de l'*array*. Retornarà cert si hi ha almenys un ARVA a l'*array* i ha pogut eliminar-lo amb èxit o fals si no ha pogut eliminar cap ARVA.

PRE: L'*array* ha d'estar inicialitzada (amb `array_setup()`).

POST: Si l'*array* no està buida s'haurà eliminat un element de l'*array*

ARVA array_read() -> Extreu un ARVA de l'*array* i el retorna. Retornarà un ARVA invàlid si l'*array* és buida.

PRE: L'*array* ha d'estar inicialitzada (amb `array_setup()`).

POST: Si l'*array* no està buida es retornarà el valor d'un element de l'*array*

boolean array_switch_target() -> Canvia de posició l'índex de l'*array*; serveix per iterar sobre la mateixa. Retorna cert si s'ha pogut canviar d'element o fals en cas contrari.

PRE: L'*array* ha d'estar inicialitzada (amb `array_setup()`).

POST: Si l'*array* no està buida es canviarà d'objectiu o iterador.

(NOTA: Aquest objectiu serà utilitzat per les funcions *read* i *pop*)

boolean array_is_empty() -> Retorna cert si l'*array* es buida o fals si hi ha al menys un element.

PRE: L'*array* ha d'estar inicialitzada (amb `array_setup()`).

POST: Retornarà cert si l'*array* es buit o fals si hi ha un o més elements.

Per tant, si hem rebut un paquet es donarà d'alta a l'*array* amb la funció **array_push(ARVA)**.

Un cop analitzada la informació rebuda de les antenes el dispositiu passa a avaluar si ja té actualment un objectiu per a la cerca o no. En cas de no tindre un objectiu seleccionat, ja sigui perquè encara no s'han rebut dades d'altres dispositius o bé perquè encara no s'ha seleccionat un, l'aparell selecciona un objectiu (si n'hi ha cap enregistrat) amb la funció **array_read()**.

En cas de tenir un objectiu o bé d'haver-ne seleccionat un, es procedeix a avaluar la distància i la direcció en la que es troba respecte del nostre aparell amb les funcions definides a la llibreria TinyGps++ anomenades **gps.distanceTo()** i **gps.courseTo()**.

Amb aquesta informació el dispositiu és ara capaç de mostrar la direcció i metres que queden per recórrer per trobar un dels aparells ARVA que està en mode recepció; per

tant el dispositiu mostra la informació mitjançant la pantalla i l'altaveu amb les següents funcions:

void lcd_print(direction, distance) -> Mostra per pantalla una fletxa indicant la direcció i els metres que falten per trobar un ARVA

PRE: La pantalla ha d'estar inicialitzada

POST: Es mostrarà per pantalla una fletxa en la direcció passada per paràmetre i el número de metres restants

void play_beep(dinstance) -> Reprodueix un so que va augmentant de freqüència a mesura que els metres disminueixen

PRE: L'altaveu o buzzer ha d'estar inicialitzat

POST: Es sentirà un so de duració proporcional a la distància que falta

Per últim, el receptor, sols falta comprovar si l'usuari ha pitjat els botons de canvi de mode, següent víctima o víctima rescatada; per tant el dispositiu crida la funció **buttons_read(número_del_botó)** per tal de fer les accions adequades al botó que s'ha pitjat; sent així:

- Botó canvi de mode(CH_MODE_BUTTON): Canvia al mode emissor
- Botó de següent víctima(NEXT_VICTIM_BUTTON): Crida la funció **array_switch_target()**

Botó de víctima rescatada(RESCUED_VICTIM_BUTTON): Crida la funció **array_pop()**

9.6.- APLICACIÓ ARVAPP

Les funcionalitats a crear destinades a donar cobertura a les necessitats del producte pel tractament de la informació són les següents:

- Trucada 112

Permetrà a l'aplicació a enviar un missatge SMS al servei d'emergències 112 indicant-ne la latitud i longitud mitjançant posicionament GPS per tal que pugui ser rescatada.

- Connexió Bluetooth

Aquesta funcionalitat permetrà a l'usuari connectar el seu dispositiu mòbil amb el dispositiu ARVA perquè aquests puguin commutar i mostrar informació

- Sistema multi víctima

Permetrà a l'aplicació guardar la posició de les diferents víctimes que s'hagin localitzat amb el sistema Bluetooth per a que quan es posi el mode receptor, el propi usuari pugui decidir quina d'elles rescatar. Quan una víctima s'hagi salvat, es podrà indicar que s'ha finalitzat la cerca d'aquesta.

- Commutació mode transmissor / receptor

Permetrà commutar entre emetre la pròpia localització GPS amb el Bluetooth del dispositiu i rebre les localitzacions dels diferents ARVA de l'expedició

- Visualització del posicionament de les víctimes

Contindrà un mapa en el qual s'assenyalaran les posicions de les diferents víctimes respecte la pròpia

- Visualització d'estats

Mostrarà diferents dades d'interès per l'usuari, tal com latitud, longitud, altura

- Sistema *tracking* de víctimes

Amb la localització de la víctima, l'aplicació guiarà a l'usuari indicant amb una fletxa el camí a seguir fins a trobar la persona a rescatar.

9.6.1.- REQUISITS DE LA INTERFÍCIE

El sistema haurà de comptar amb les següents interfícies:

- Una interfície dissenyada per a funcionar en terminals mòbils Android amb accés a les funcionalitats de consulta GPS, enviament de SMS, enviament de dades per Bluetooth i 3G, accés a serveis de Google.

9.6.2.- REQUISITS INFORMACIÓ

La informació dels terminals mòbils que s'haurà de considerar són:

- Identificador del telèfon, un codi únic assignat a cada dispositiu mòbil i Bluetooth
- Posició, una variable de coordenades GPS per determinar exactament la posició
- Missatge, una variable de text que contingui el missatge a enviar
- Número d'emergència al qual enviar el missatge

9.6.3.- CASOS D'ÚS

Codi	Descripció	Actor(s)
CU001	Enviar posició	Usuari terminal
CU002	Rebre posició	Usuari terminal
CU003	Enviar SMS alerta	Usuari terminal
CU004	Visualitzar posició víctimes	Usuari terminal
CU005	Visualitzar estats	Usuari terminal
CU006	Sistema multi víctima	Usuari terminal
CU007	Tractament dades	Usuari terminal
CU008	Enllaçar ARVA	Usuari terminal

Figura 9.12. Casos d'ús.

CU001

El cas d'ús ens mostra com el telèfon envia automàticament les dades de localització GPS latitud i longitud del propi terminal per Bluetooth

PRE: sistemes GPS i Bluetooth activats

Usuari ha d'estar en mode transmissió

POST: cap

CU002

Aquest cas d'ús rep per Bluetooth unes dades, les quals s'han de tractar i determinar l'ARVA corresponent.

PRE: sistema Bluetooth activat

Usuari en mode recepció

POST: Un cop rebut un paquet de dades per Bluetooth, s'activa CU007

CU003

El cas d'ús mostra com el telèfon envia automàticament un missatge d'alerta i emergència al servei d'emergències 112

PRE: sistema GPS activat

L'usuari clicarà el botó d'emergència i confirmarà el diàleg que sorgeix a continuació per a que s'envii el missatge.

POST: cap

CU005

El cas d'ús mostra com el telèfon notifica a l'usuari sobre dades d'interès sobre la latitud, longitud, altitud en la qual es troba

PRE: sistema GPS activar

POST: cap

CU004

El cas d'ús mostra mitjançant un mapa les diferents localitzacions sobre aquest de les víctimes que s'han rebut en el mode transmissor

PRE: sistema GPS activat

serveis Google Map activats

com a mínim hi ha d'haver 1 víctima o més

POST: actualitzar el mapa amb les localitzacions

CU006

El cas d'ús guarda al sistema la localització d'una nova víctima rebuda per sistema Bluetooth després d'haver passat un tractament de dades

PRE: sistema Bluetooth activat

mode recepció activat

POST: CU007

CU007

El cas d'ús tracta el paquet de dades que s'ha rebut via Bluetooth.

PRE: necessari tenir el paquet de dades rebut

POST: es descompondrà el paquet per obtenir la informació de latitud, longitud i l'identificador únic de la víctima. Si aquest identificador ja existeix a la base de dades creada i el paquet de dades és vàlid (no hi ha errors), llavors s'actualitzaran els seus valors. Sinó, s'afegeix com una víctima nova al sistema multi víctima.

CU008

El cas d'ús permet que un usuari enllaci el seu mòbil amb el dispositiu ARVA.

PRE: sistema Bluetooth activat

POST: després d'escollir una de les opcions que mostra el Bluetooth i vincular-lo amb el telèfon, es mostraran les diferents funcionalitats disponibles i acabarà el cas d'ús

9.6.4.- DECISIONS TECNOLÒGIQUES

A continuació es justifiquen les decisions preses pel desenvolupament d'aquest sistema respecte a la tecnologia a aplicar en cada cas:

- Llenguatge de desenvolupament:

Els diferents components del sistema estan desenvolupats utilitzant el llenguatge de programació Android SDK per a telèfons mòbils

- Plataforma de desenvolupament:

S'ha utilitzat la pròpia eina Android Studio per a la implementació de la lògica de programació en Java.

És un entorn de desenvolupament gratuït i de codi obert ofert per la pròpia companyia Google, la qual ofereix diferents exemples i tutorials d'aprenentatge per desenvolupar aplicacions en software Android. Ofereix diferents SDK per les diferents API disponibles per terminals Android i permet testejar les aplicacions creades en qualssevol telèfon mòbil que tingui la versió d'Android utilitzada en el desenvolupament de l'aplicació.

- Comunicació entre mòbils

Bluetooth és una especificació industrial que possibilita la transmissió de dades entre diferents dispositius mitjançant un canal de radiofreqüència en la banda ISM dels 2,4GHz. Així s'elimina l'ús de cables i connectors entre aquests i ofereix crear una petita xarxa de connexions sense fils i facilitar la sincronització entre aquests.

9.6.5.- DISSENY APLICACIÓ

9.6.5.1.- LOGOTIP

Una part fonamental a l'hora de crear una aplicació (en aquest cas d'Android, sistema operatiu de Google) és dissenyar el seu logotip, donat que és el primer que veu l'usuari quan entra a la tenda d'aplicacions. Si el logotip crida l'atenció, hi ha una bona probabilitat que l'usuari cliqui sobre l'aplicació i pugui descarregar-la.

Tot i que aquesta aplicació només serviria si l'usuari ha adquirit les versions Tech o Pro de l'ARVA, el millor és que el logotip compleixi el mateix criteri que la resta. La raó que aquesta *app* es crea només per a Android és que a més de ser el més usat arreu del món, desenvolupar per a aquest SO és que és gratuït, a diferència del iOS de Apple (tot i que publicar-lo en la Play Store, botiga oficial, costa uns 22 €). Windows Phone no s'ha tingut en compte donat el baix volum de *Smartphones* amb aquest sistema operatiu.

9.6.5.1.1.- GOOGLE MATERIAL DESIGN

Per voler fer el resultat el més natural i real possible, s'ha creat aquest logotip seguint l'estil de disseny de Google, el que s'anomena Google Material Design. D'aquesta manera l'aplicació té la màxima semblança i integració amb el sistema operatiu possible.

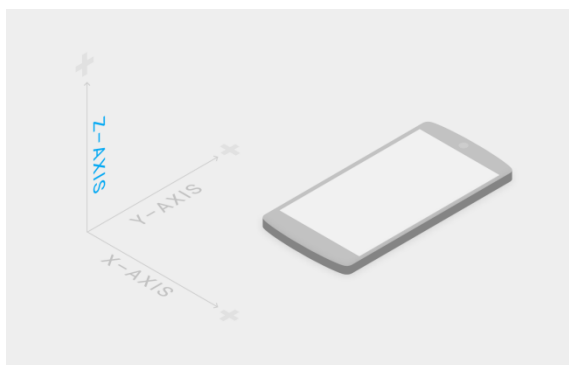


Figura 9.12. Eixos presents a la interfície de Google Material Design.

Google Material Design no és només un estil de creació d'icones, és tota la filosofia rere el disseny d'Android (des del 2014) basada en el bon disseny, la senzillesa, la profunditat i la interacció amb l'usuari. També es basa en els contrastes per crear moviment i en ser intuïtiu i no cansar la vista de l'usuari.

El seu objectiu és crear tot l'espai en 3D mitjançant la forma, la llum i la ombra. Així doncs al ser 3D hi ha tres eixos (tal i com es veu en la imatge dreta), sent el Z per a una distribució laminar d'objectes que ocupen dues dimensions, X i Y. L'eix Z s'usa en aquest estil només per laminar, no per crear 3D. Aquest efecte s'aconsegueix mitjançant la rotació del eix Y respecte l'X.

Un cop explicat l'estil de Material Design, és hora de passar a com ha de ser el logotip de l'aplicació, en quant a mesures, colors, etc. tal i com es mostrarà a continuació.

9.6.5.1.2.- MESURES DEL LOGOTIP

El logotip ha de tenir unes mesures predefinides per Google. A més, també ve definida la densitat de píxels i el format òptim per a realitzar el millor logotip possible. Tal i com es pot veure a la taula inferior, hi ha una gran quantitat de mides, depenent de les resolucions de les pantalles dels diferents aparells que tenen Android. Cal destacar que tots els logotips han de ser creats en format .PNG per tal que el sistema els entengui correctament.

Nom	Mesures (píxel x píxel)	Densitat (punts per polzada)
mdpi (Base)	48x48	160
hdpi	72x72	240
xhdpi	96x96	320
xxhdpi	144x144	490
xxxhdpi	192x192	640
Google Play Store	512x512	-

Figura 9.14. Mesures i densitat predefinides per Google.

9.6.5.1.3.- COLORS DEL LOGOTIP

Els colors que hauria de tenir el logotip venen donats en una paleta oficial de Material Design proporcionada per Google, que està disponible al seu web. A diferència de les mesures, els colors que proposa la empresa no són obligatoris, si no que la paleta tan sols són per a una major integració de la app al sistema i al estil Material Design, no una imposició. Tot i això, per a un resultat el més professional

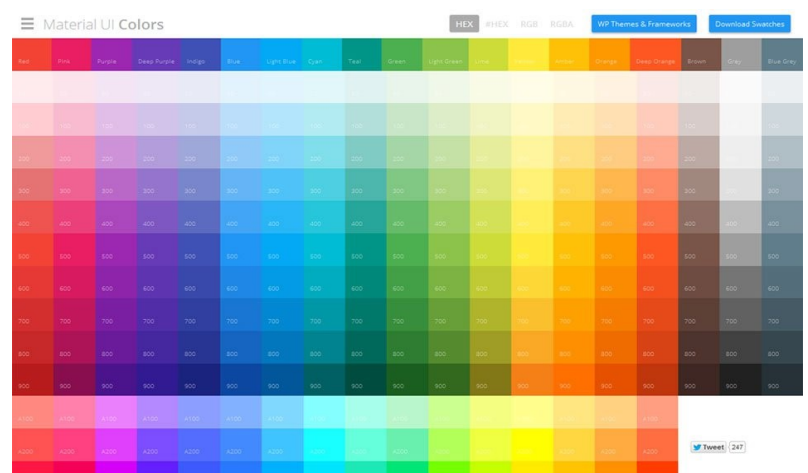


Figura 9.15. Paleta oficial de colors del Google Material Design.

possible seran els colors que s'usaran. Aquesta paleta es mostra a la part dreta, formada per una combinació de tons clars de diferents colors amb una presència major de blaus i taronges, amb colors molt vius.

9.6.5.1.4.- FORMA DEL LOGOTIP

Hi ha diferents maneres de realitzar un logotip, i aquest pot tenir diferents formes, tant la forma exterior del logotip (pot ser sense fons, retallat) com la forma dels elements interiors. Com és una app per a un dispositiu de muntanya, la idea inicial (abans de pensar en usar Material Design) va ser que aparegués una muntanya com a icona principal, amb algun tipus d'icona d'ARVA o d'aparell connectat. Aquesta idea, però, s'ha anat evolucionant en un procés que es descriu posteriorment fins a arribar al logotip final, descrit a continuació.

9.6.5.1.5.- IDEACIÓ I PROCÉS DEL LOGOTIP

Tot i que l'element final està realitzat seguint les directrius de Material Design, els primers esbossos del logotip es van realitzar sense tenir en compte aquest estil, d'una manera molt més primitiva i lliure. A continuació es mostren les diferents iteracions del logotip des de la primera idea fins al producte final:

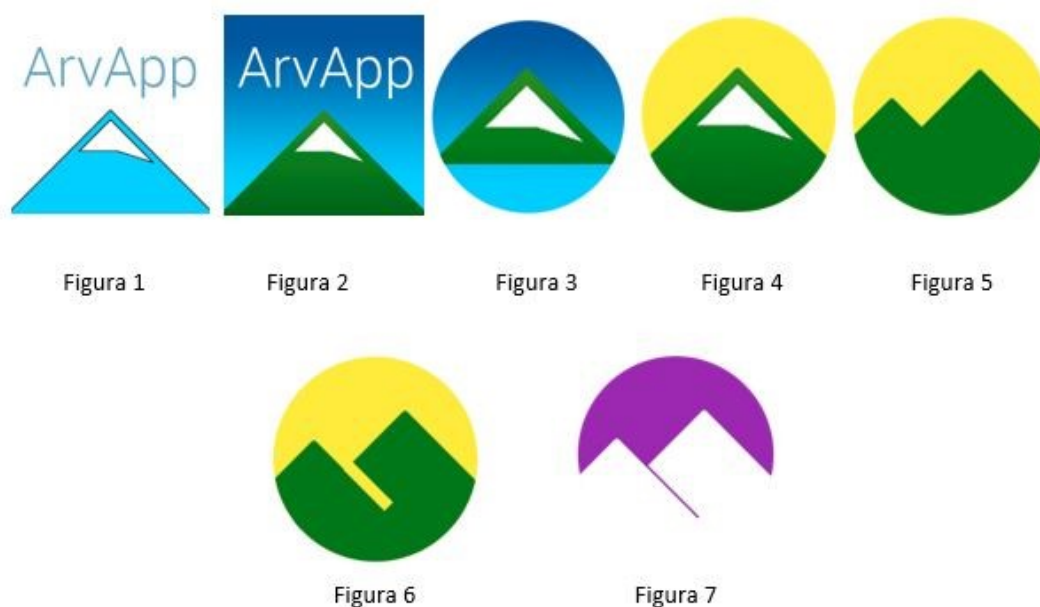


Figura 9.16. Iteracions del logotip des de la primera idea fins al producte final.

Tal i com es pot veure a la Figura 1, el logotip inicial era una il·lustració bàsica realitzada amb Adobe Illustrator i usant la tipografia "Roboto", usada per Google a Android. Es pot veure com aquesta primera versió és senzilla i poc treballada,

simplement per donar una idea de les proporcions aproximades del logotip. La segona icona, la figura 2, segueix la línia general de la primera però afegint color de fons (degradat) i usant un color diferent per la muntanya.

El tercer disseny és el primer en incloure una forma rodona, traient el text (per raons visuals) i reduint la mida de la muntanya a la part central. Aquesta idea, però, no va progressar donat que es preferia usar una muntanya més gran, com és el cas de la figura 4. Aquesta figura a més es la primera en usar la paleta de colors de Google. Tot i això, es volia un disseny de només 2 colors (un fons i una part frontal), que és quan es passa a la figura 5, que és la expressió més minimalista. Per primer cop hi ha més d'una muntanya, donat que si no es podia confondre amb una piràmide.

Tot i aquest fet, es volia fer més fàcil la identificació ràpida que el logotip era una muntanya, i es va agregar la línia del color de fons entre les dues. Així l'espectador veu més ràpidament que es tracten de dues muntanyes i un fons, tal i com es veu a la figura 6.

Després d'un temps analitzant aquest logotip es va arribar a la conclusió que no era suficientment cridaner els dos colors eren dos dels més utilitzats (groc per Google Keep o Snapchat i verd per Whatsapp) i es volia un color que destaqués més. Un fet a favor és que quan l'ARVA s'usarà serà quan les muntanyes siguin blanques de neu, no verdes com a la primavera o a l'estiu. Es volia que la línia entre les dues muntanyes fos més estilitzada, per això s'ha fet més prima. Aquesta és la idea més propera al logotip definitiu, en la figura inferior.

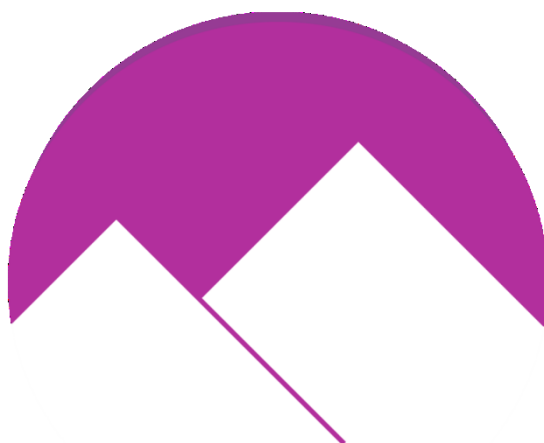


Figura 9.17. Logotip definitiu.

9.6.5.1.6.- CROMATOGRAFIA DEL LOGOTIP

El logotip final és fruit d'elements presents a les 7 iteracions, des de la idea inicial (muntanya blava amb text ArvApp) fins la final (fons porpra i muntanyes blanques). Aquesta idea final és fidel al Material Design de Google, oferint un disseny minimalista, amb colors atípics i de fàcil reconeixement.

Aquesta versió final (la vuitena) ofereix a més una part superior més fosca per tal de donar una sensació de profunditat a l'espectador. A continuació es mostren els colors usats amb el seu codi numèric tal i com apareixen a la paleta de Google (veure bibliografia):



Figura 9.18.Cromatografia del logotip

9.6.6.- APLICACIÓ TERMINAL

Les pantalles que conformen el disseny de l'aplicació dels terminals mòbils Android són les següents:

- Permís i alerta d'encesa del Bluetooth per a poder utilitzar l'aplicació:

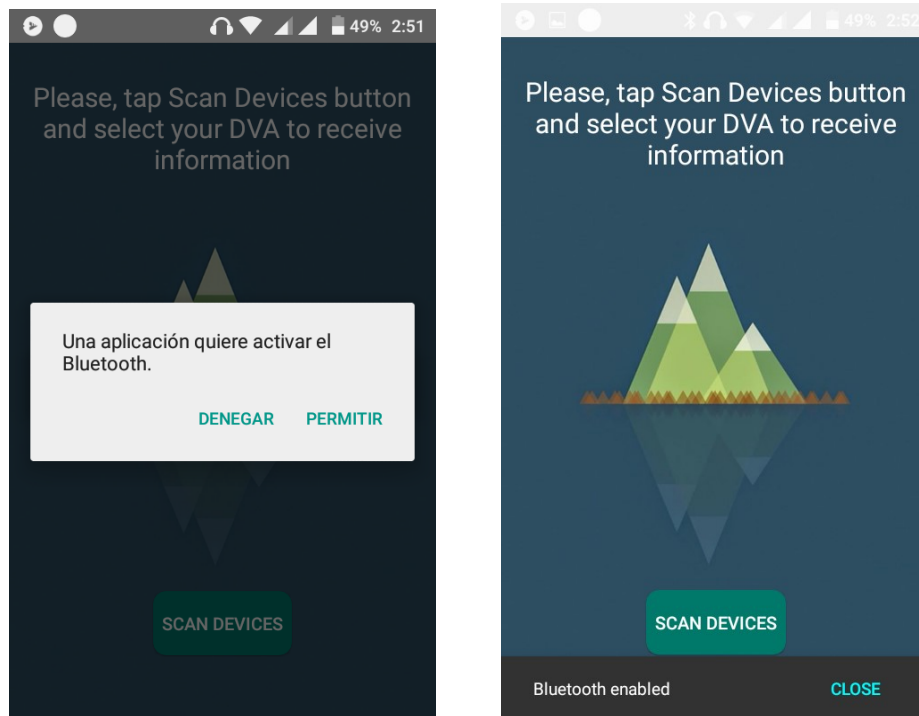


Figura 9.19.Captura de pantalla del permís Bluetooth

Llista de components amb el sistema Bluetooth encès i aptes amb els quals vincular i començar a utilitzar l'aplicació:



Figura 9.20.Llistat de dispositius de Bluetooth activats

La estructura de la interfície la qual mostra informació sobre els modes, víctimes, mapa i estats s'ha definit com un conjunt de *Tabs* o pestanyes sobre les quals l'usuari pot interactuar i passar-les cap endavant i cap endarrere. Cadascuna és independent de l'anterior per tal que siguin el més intuïtives i fàcils d'usar possibles.

Aquest conjunt de pestanyes, que en total n'hi ha tres, les classifiquem com a:

- Pestanya Mode: permet la commutació entre el mode transmissor i receptor. El mode receptor mostra una fletxa indicativa cap a la víctima més propera, però inclou un sistema de multi víctimes rebudes.

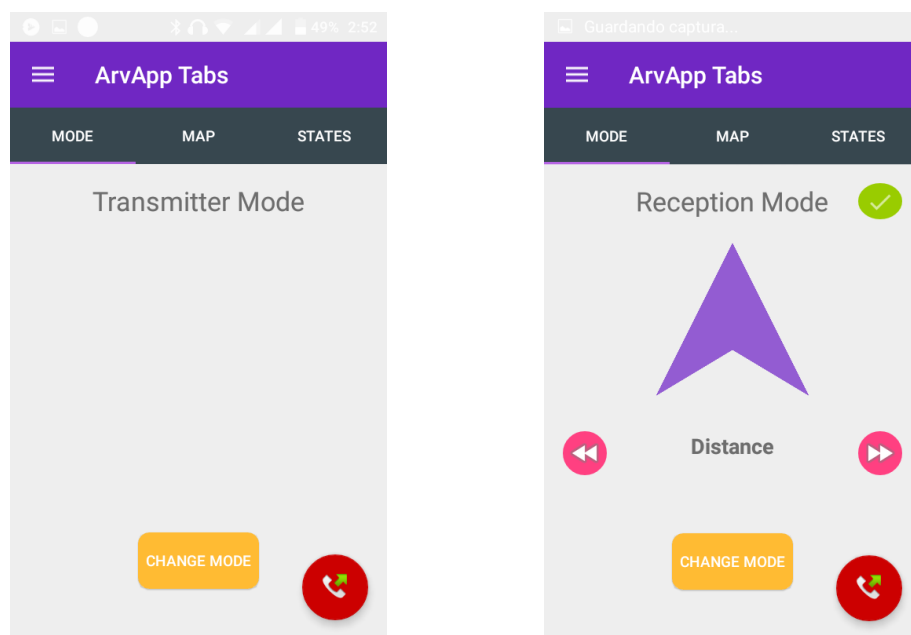


Figura 9.21. Mode emissor i mode receptor

- Pestanya Mapa: conté la localització pròpia de l'usuari i la de la resta de víctimes gràcies al sistema multi víctima implementat.

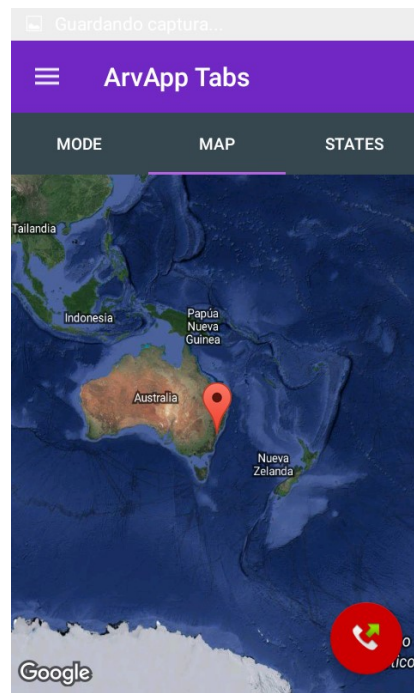


Figura 9.22. Mapa amb localització fictícia de l'usuari

- Pestanya Estats: dona informació real capturada pels sensors del propi telèfon sobre la latitud, longitud i altitud a la qual es troba l'usuari.

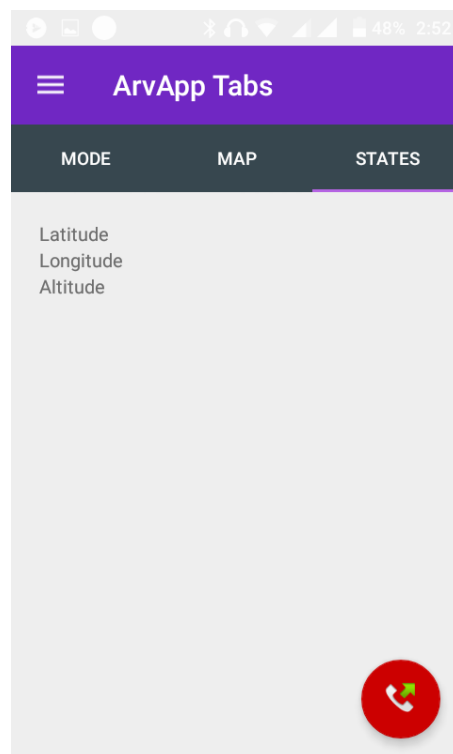


Figura 9.23. Captura de pantalla de la pestanya estats

Alhora, s'ha implementat un sistema de trucada o enviament d'un missatge als serveis d'emergència 112 amb un missatge ja prefixat. Aquest missatge contindrà la localització (latitud i longitud de l'usuari per a que sigui fàcilment localitzable).

Aquest sistema és visible en tot moment gràcies a un dels objectes inclosos a la llibreria pròpia d'Android. Es veu com un botó vermell (així destaca per sobre de la interfície general, ja que és una funció important que ha de poder utilitzar-se en tot moment) a la part inferior dreta de la pantalla, amb una icona d'un telèfon per a fer-lo més intuïtiu.

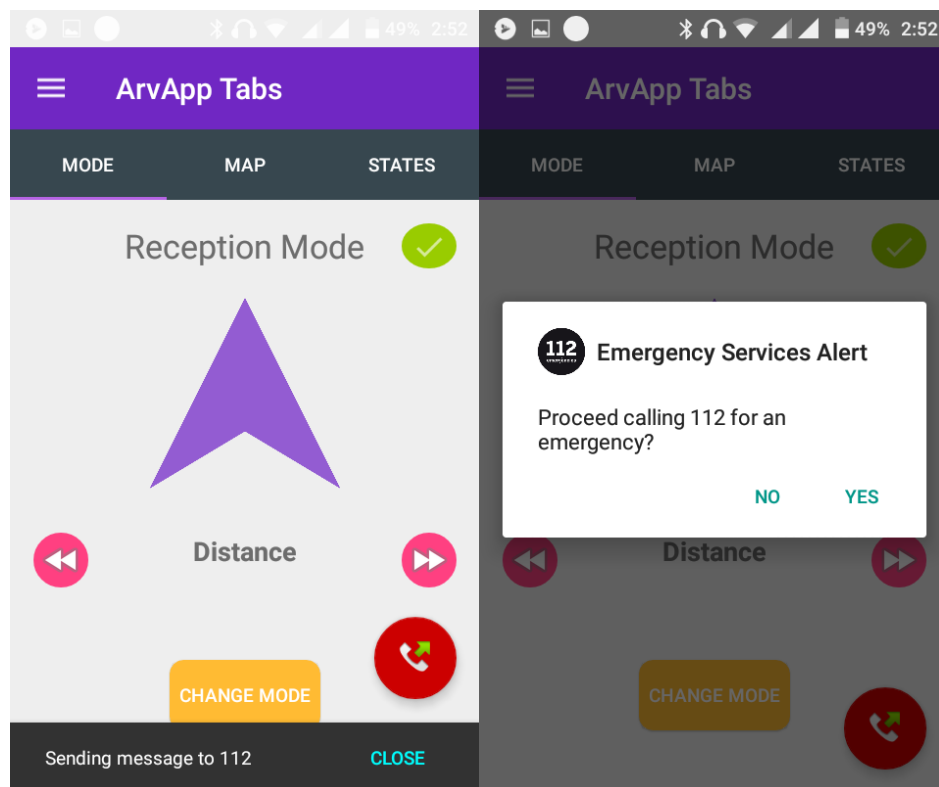


Figura 9.24. Captura de pantalla de l'enviament del missatge al servei d'emergències

9.6.7.- CODI APLICACIÓ ARVAPP

Manifest

En aquest apartat és on es defineixen totes les propietats del projecte. És el principal arxiu el qual serveix de capçalera per a tot el sistema Android.

Per exemple, aquí definim els permisos que tindrà el sistema per a poder accedir a tots els recursos necessaris dels dispositius que tenen accés a la plataforma Android.


```

<uses-permission android:name="android.permission.WAKE_LOCK" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.SEND_SMS" />
<uses-permission android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />

```

Per una altra part es defineixen quines són les activitats que s'executaran en inicialitzar l'aplicació, així podem controlar quines poden ser trucades des de la plataforma Android i, per tant, quina icona tindran.

Per la resta d'activitats, es va repetint la declaració d'aquestes respectivament.

```

<application
    android:allowBackup="true"
    android:icon="@mipmap/ic_launcher"
    android:label="ArvApp"
    android:supportRtl="true"
    android:theme="@style/AppTheme">
    <activity
        android:name=".BluetoothActivity"
        android:label="ArvApp"
        android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
        <intent-filter>
            <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

            <category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
        </intent-filter>
    </activity>
    <activity
        android:name=".BluetoothDeviceListActivity"
        android:label="Bluetooth Device List"
        android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
        <intent-filter>
            <action android:name="android.intent.action.VIEW" />
        </intent-filter>
    </activity>
    <activity
        android:name=".MainActivity"
        android:label="ArvApp"
        android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
        <intent-filter>
            <action android:name="android.intent.action.MAIN" />

            <category android:name="android.intent.category.VIEW" />
        </intent-filter>
    </activity>

```

Activities

Les activites implementen la lògica de negoci dels serveis posant-se en contacte amb els components de persistència per a la lectura o escriptura d'entitats.

A la pantalla principal es mostren totes les opcions que té el programa principal, és la primera que es llença des d'Android.

Primer de tot es declaren les variables:

```
package arvapp.navigation;

import android.content.DialogInterface;
import android.graphics.Color;
import android.os.Bundle;
import android.support.design.widget.FloatingActionButton;
import android.support.design.widget.NavigationView;
import android.support.design.widget.Snackbar;
import android.support.v4.widget.DrawerLayout;
import android.support.v7.app.ActionBarDrawerToggle;
import android.support.v7.app.AlertDialog;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.support.v4.app.FragmentManager;
import android.support.v7.widget.Toolbar;
import android.telephony.SmsManager;
import android.view.MenuItem;
import android.support.v4.app.FragmentTransaction;
import android.view.View;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    DrawerLayout mDrawerLayout;
    NavigationView mNavigationView;
    FragmentManager mFragmentManager;
    FragmentTransaction mFragmentTransaction;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        mDrawerLayout = (DrawerLayout) findViewById(R.id.drawerLayout);
        mNavigationView = (NavigationView) findViewById(R.id.shitstuff);

        mFragmentManager = getSupportFragmentManager();
        mFragmentTransaction = mFragmentManager.beginTransaction();
        mFragmentTransaction.replace(R.id.containerView, new TabFragment()).commit();
    }
}
```

```

mNavigationView.setNavigationItemSelectedListener((menuItem) -> {
    mDrawerLayout.closeDrawers();

    if (menuItem.getItemId() == R.id.nav_mode) {
        FragmentTransaction fragmentTransaction = mFragmentManager.beginTransaction();
        fragmentTransaction.replace(R.id.containerView, new TabFragment()).commit();
    }

    if (menuItem.getItemId() == R.id.nav_flockMode) {
        FragmentTransaction xfragmentTransaction = mFragmentManager.beginTransaction();
        xfragmentTransaction.replace(R.id.containerView, new FlockFragment()).commit();
    }

    if (menuItem.getItemId() == R.id.nav_help) {
    }

    if (menuItem.getItemId() == R.id.nav_call) {
    }

    return false;
});

Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbar);
ActionBarDrawerToggle mDrawerToggle = new ActionBarDrawerToggle(this, mDrawerLayout, toolbar, "ArvApp",
    "ArvApp");

mDrawerLayout.setDrawerListener(mDrawerToggle);

mDrawerToggle.syncState();

listeners();

```

Es defineix un *Navigation Drawer* amb el qual s'accedirà a un menú lateral mitjançant el gest de Swype des del lateral esquerre. Alhora, es defineix un *DrawerLayout* un contenidor que permet la interacció de la vista del *navigation drawer*. El *FragmentManager* i *Fragment Transaction* s'utilitzen per a poder controlar el contingut que es mostrarà en cada opció clicada per l'usuari.

Aquest té quatre opcions que poden ser seleccionades:

- *Navigation Mode*: contindrà una finestra amb tres pestanyes, Mode, Mapa i Estats.
- *Flock Mode*: contindrà una finestra amb dues pestanyes, Ramat i Registre.
- *Help*: mostrarà un diàleg amb informació d'ús de l'aplicació.
- *Call 112*: trucarà al 112 si l'usuari ho requereix.

Finalment, es sincronitzen els estats del contenidor amb el *DrawerToggle* i es crida a la funció *listeners* per quan l'aplicació ho necessiti.

```

public void listeners() {
    FloatingActionButton fab = (FloatingActionButton) findViewById(R.id.fab);
    fab.setOnClickListener((v) -> {
        new AlertDialog.Builder(v.getContext())
            .setIcon(R.drawable.boto_112)
            .setTitle("Emergency Services Alert")
            .setMessage("Proceed calling 112 for an emergency?")
            .setNegativeButton("No", null)
            .setPositiveButton("Yes", (dialogInterface, i) -> {
                callForHelp(v);
            })
            .show();
    });
}

private void callForHelp(final View v) {
    SmsManager smsManager = SmsManager.getDefault();
    //smsManager.sendTextMessage("112", null,
    // "DVA Automated message! A DVA device has detected an emergency in Latitude: "
    // + String.valueOf(ourArvaLatitude) + " longitude: " +
    // String.valueOf(ourArvaLongitude), null, null);
    //Toast.makeText(this, "Sending message to 112", Toast.LENGTH_LONG).show();
    final Snackbar snack = Snackbar.make(v, "Sending message to 112", Snackbar.LENGTH_LONG);
    snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
    snack.setAction("CLOSE", (view) -> { snack.dismiss(); });
    snack.show();
}

```

La funció *listeners* s'executa quan l'usuari clica el botó Floating Action Button (FAB), el qual mostra un diàleg informant a l'usuari que si accepta el diàleg, s'enviarà un missatge al servei d'emergències 112 . Aquest missatge està definit a la funció *callForHelp*, la qual envia un SMS que conté la latitud i la longitud de l'usuari. Alhora, mostrarà en pantalla que el missatge s'ha enviat correctament mitjançant un *Snackbar* per a mantenir l'usuari informat.

Activity Tab Fragment

Es pot observar que quan es selecciona la primera opció del Navigation Drawer, s'executa el Tab Fragment, el qual s'explica a continuació.

```
package arvapp.navigation;

import android.os.Bundle;
import android.support.annotation.Nullable;
import android.support.design.widget.TabLayout;
import android.support.v4.app.Fragment;
import android.support.v4.app.FragmentManager;
import android.support.v4.app.FragmentPagerAdapter;
import android.support.v4.view.ViewPager;
import android.view.LayoutInflater;
import android.view.View;
import android.view.ViewGroup;

public class TabFragment extends Fragment {

    public static TabLayout tabLayout;
    public static ViewPager viewPager;
    public static int int_items = 3 ;
    View aux;

    @Nullable
    @Override
    public View onCreateView(LayoutInflater inflater, ViewGroup container, Bundle savedInstanceState) {

        View x = inflater.inflate(R.layout.tab_layout, null);
        aux = x;
        tabLayout = (TabLayout) x.findViewById(R.id.tabs);
        viewPager = (ViewPager) x.findViewById(R.id.viewpager);

        viewPager.setAdapter(new MyAdapter(getChildFragmentManager()));

        tabLayout.post(() -> { tabLayout.setupWithViewPager(viewPager); });

        return x;
    }
}
```

Aquest conté un TabLayout, el qual és un contenidor de pestanyes. Cada pestanya mostra un Fragment (contingut) diferent ja definit. Es defineix que hi haurà 3 pestanyes en total i un ViewPager, que és el contenidor del TabLayout i que permet la interacció entre aquestes. Es crearà un nou Adapter que controli quins Fragments es mostraran en cada pestanya.

```

class MyAdapter extends FragmentPagerAdapter{

    public MyAdapter(FragmentManager fm) { super(fm); }

    @Override
    public Fragment getItem(int position)
    {
        switch (position){
            case 0 : return new ModeFragment();
            case 1 : return new MapFragment();
            case 2 : return new StatFragment();
        }
        return null;
    }

    @Override
    public int getItemPosition(Object ob) { return POSITION_NONE; }

    @Override
    public int getCount() { return int_items; }

    @Override
    public CharSequence getPageTitle(int position) {
        switch (position){
            case 0 :
                return "Mode";
            case 1 :
                return "Map";
            case 2 :
                return "States";
        }
        return null;
    }
}

```

Es crea un nou Adapter, el qual té les mateixes funcions que la classe ja creada per Android, `FragmentPageAdapter`, però es modifiquen algunes de les seves funcions.

La primera funció modificada és *getItem*, que segons la posició a la qual es trobi mostra un `ModeFragment`, `MapFragment` o `StatFragment`. La següent és *getItemPosition*, la qual retorna un `POSITION_NONE` per a que quan l'usuari interaccioni amb el fragment en qüestió, l'adapter pugui adonar-se'n que s'ha produït un canvi i executar-lo.

La funció *getCount* retorna el número de pestanyes que s'han definit a les variables anteriors. Finalment, es sobreescriu la funció *getPageTitle* per a mostrar el nom segons la pestanya que es mostra.

Activity Mode Fragment

Aquesta activitat és cridada quan al TabFragment anem fent Swype per canviar de pestanyes i, per tant, posicions.

```
package arvapp.navigation;

import ...

public class ModeFragment extends Fragment {

    int fragmentToDisplay = 2;

    @Nullable
    @Override
    public View onCreateView(LayoutInflater inflater, final ViewGroup container, Bundle savedInstanceState) {

        View rootview = null;
        switch (fragmentToDisplay){
            case 1:
                rootview = inflater.inflate(R.layout.mode_rx_layout, container, false);
                Button change = (Button) rootview.findViewById(R.id.rx_chmode_buttt);
                ImageButton imageDone = (ImageButton) rootview.findViewById(R.id.rescuedVictim);
                imageDone.setImageResource(R.drawable.ic_done);
                imageDone.setColorFilter(Color.parseColor("#ffffff"));

                change.setOnClickListener((view) -> {
                    fragmentToDisplay = 2;
                    ViewPager s = (ViewPager) container.findViewById(R.id.viewpager);
                    PagerAdapter p = s.getAdapter();
                    p.notifyDataSetChanged();
                });
                break;

            case 2:
                rootview = inflater.inflate(R.layout.mode_tx_layout, null);
                change = (Button) rootview.findViewById(R.id.tx_chmode_buttt);
                change.setOnClickListener((view) -> {
                    fragmentToDisplay = 1;
                    ViewPager s = (ViewPager) container.findViewById(R.id.viewpager);
                    PagerAdapter p = s.getAdapter();
                    p.notifyDataSetChanged();
                });
                break;
        }

        return rootview;
    }
}
```

Es defineix una variable, fragmentToDisplay, la qual indica quina de les dues finestres es mostra en aquest Fragment. Aquesta variable pot prendre dos valors:

- Valor 1: l'aplicació es posarà en mode recepció, captant la informació que el Bluetooth pugui rebre. Mostra una fletxa per a indicar-ne la posició de la víctima, botons de canvi de víctimes que es volen buscar i un botó de víctima rescatada. Si es vol canviar a mode transmissió, es clicarà el botó Change mode.

- Valor 2: l'aplicació es posarà en mode transmissió, on enviarà mitjançant Bluetooth les dades de latitud i longitud que el propi GPS del mòbil capti. Si es vol canviar a mode recepció, es clicarà el botó Change Mode.

Com les dues contenen el botó Change Mode, el qual verifica quin és el fragment que es mostra, quan l'usuari cliqui al botó en qualssevol de les opcions, s'avisarà a l'*adapter* del ViewPager (contenidor de les Tabs) per a que executi els canvis.

Activity StatFragment

Aquesta activitat és cridada quan al TabFragment anem fent Swype per canviar entre pestanyes.

```
public class StatFragment extends Fragment {  
    @Nullable  
    @Override  
    public View onCreateView(LayoutInflater inflater, ViewGroup container, Bundle savedInstanceState) {  
        return inflater.inflate(R.layout.stat_layout, null);  
    }  
}
```

Simplement es defineix que ha de mostrar el *layout* d'estats.

Activity MapFragment

Aquesta és la segona posició del TabFragment.


```

public class MapFragment extends SupportMapFragment implements OnMapReadyCallback{

    private static GoogleMap mMap;
    public MapFragment() {

    }

    @Override
    public void onResume() {
        super.onResume();
        setUpMapIfNeeded();
    }

    private void setUpMapIfNeeded() {

        if (mMap == null) {
            getMapAsync(this);
        }

    }

    @Override
    public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
        mMap = googleMap;
        mMap.setMapType(GoogleMap.MAP_TYPE_HYBRID);
        mMap.getUiSettings().setMapToolbarEnabled(false);
        LatLng sydney = new LatLng(-34, 151);
        mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(sydney).title("Marker in Sydney"));
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(sydney));
    }
}

```

Aquesta classe utilitza un objecte prefixat de Google, un Google Maps. Mostra un mapa que es va sincronitzant i que conté *markers* (marques o punts que es mostren en un punt concret del mapa).

Activity ARVA

Aquesta classe és una classe creada des de zero, pròpia per a implementar el sistema multi víctima. S'ha creat una base de dades en la qual guardarem els dispositius ARVA que el Bluetooth vagi detectant a mesura que l'aplicació estigui en mode receptor.

```

package arvapp.navigation;

import ...

public class DVA implements Serializable {

    private String dev_id;
    private double latitude;
    private double longitude;
    private String lastUpdate;

    //Constructors

    public DVA() {
        Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
        this.lastUpdate = c.toString();
    }

    public DVA(String dev_id, double latitude, double longitude){
        Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);

        this.dev_id = dev_id;
        this.latitude = latitude;
        this.longitude = longitude;
        this.lastUpdate = c.toString();
    }

    public DVA(DVA dva){
        dev_id = dva.dev_id;
        latitude = dva.latitude;
        longitude = dva.longitude;
        lastUpdate = dva.lastUpdate;
    }

    //Get methods

    public String getDev_id() { return dev_id; }

    public double getLatitude() { return latitude; }

    public double getLongitude() { return longitude; }

    public String getLastUpdate() { return lastUpdate; }

```

```
//Set methods

public void setDev_id(String dev_id){
    this.dev_id = dev_id;
    Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
    c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
    this.lastUpdate = c.toString();
}

public void setLatitude(double latitude){
    this.latitude = latitude;
    Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
    c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
    this.lastUpdate = c.toString();
}

public void setLongitude(double longitude){
    this.longitude = longitude;
    Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
    c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
    this.lastUpdate = c.toString();
}

public void setLastUpdate(){
    Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
    c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
    this.lastUpdate = c.toString();
}

public void setLastUpdate(String lastUpdate) { this.lastUpdate = lastUpdate; }
```

Aquesta classe està formada per:

- Identificació del dispositiu: *string* que conté l'identificador o MAC del dispositiu rebut
- Latitud: número que conté la latitud GPS
- Longitud: número que conté la longitud GPS
- Última actualització: indica l'hora a la qual s'ha guardat el dispositiu ARVA assignat a aquella identificació

Aquesta classe té mètodes per a definir un nou ARVA, obtenir les dades d'aquest i modificar-ne alguna de les dades.

Activity DBContract

S'ha creat una base de dades on es registraran els ARVA. Aquesta classe defineix les constants de la base de dades.

```
package arvapp.navigation;
import android.provider.BaseColumns;

public class DBContract {
    // Inicialització de les variables comunes que s'utilitzaran per la creació de les taules
    public static final int DATABASE_VERSION = 1; // Versió de la bd
    public static final String DATABASE_NAME = "Arvapp.db"; // Nom de la bd
    private static final String TEXT_TYPE = "TEXT"; // Tipus de text
    private static final String REAL_TYPE = "REAL"; // Tipus float
    private static final String COMMA_SEP = ","; // Separació

    /**
     * Constructora. Se sol definir així per tal que la crida de la constructora de la classe
     * Contract no tingui cap efecte.
     */
    private DBContract() {}

    /**
     * Classe RegisteredDevices (registeredDevices).
     */

    public static abstract class RegisteredDevices implements BaseColumns {
        public static final String TABLE_NAME = "registeredDevices";
        public static final String COLUMN_DEV_ID = "dev_id";
        public static final String COLUMN_LAT = "latitude";
        public static final String COLUMN_LON = "longitude";
        public static final String COLUMN_LASTUPDATED = "date";

        // String que proporciona la creació de la taula "Table1"
        public static final String CREATE_TABLE = "CREATE TABLE " + TABLE_NAME + " (" +
            COLUMN_DEV_ID + TEXT_TYPE + " UNIQUE" + COMMA_SEP +
            COLUMN_LAT + REAL_TYPE + COMMA_SEP + COLUMN_LON +
            REAL_TYPE + COMMA_SEP + COLUMN_LASTUPDATED + TEXT_TYPE + " )";

        // String que proporciona l'eliminació de la taula "Table1"
        public static final String DELETE_TABLE = "DROP TABLE IF EXISTS " + TABLE_NAME;
    }
}
```

A la taula es definiran les columnes:

- Identificació del dispositiu: column_dev_id
- Latitud: column_lat
- Longitud: column_lon
- Última actualització: column_lastupdated

Activity DBHelper

Classe que s'encarrega d'obrir, crear i actualitzar la base de dades. Proporciona accés a la base de dades i actualitzar-la si ja existeix o crear-la si no és el cas.

```
package arvapp.navigation;
import ...

public class DBHelper extends SQLiteOpenHelper {
    public DBHelper(Context context) {
        super(context, DBContract.DATABASE_NAME, null, DBContract.DATABASE_VERSION);
    }

    @Override
    public void onCreate(SQLiteDatabase db) {
        db.execSQL(DBContract.RegisteredDevices.CREATE_TABLE);
    }

    @Override
    public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int newVersion) {
        db.execSQL(DBContract.RegisteredDevices.DELETE_TABLE);

        onCreate(db);
    }
}
```

Activity DBManager

Classe que s'encarrega de gestionar la base de dades. Agrupa totes les interaccions que es duen amb la base de dades, les quals són, principalment:

- insert: acció d'introduir noves files a una taula de base de dades
- update: acció d'actualitzar una fila de la base de dades introduïda anteriorment
- delete: acció d'eliminar d'una taula d'una base de dades una fila de la qual ja no es vulgui conservar la seva informació
- query: acció d'obtenir algun tipus d'informació de la base de dades

```

package arvapp.navigation;

import ...

public class DBManager {

    private DBHelper dbHelper;

    DBManager(Context context) { this.dbHelper = new DBHelper(context); }

    public void insert(String dev_id, double latitude, double longitude) {
        SQLiteDatabase db = dbHelper.getWritableDatabase();

        Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);

        ContentValues values = new ContentValues();
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID, dev_id);
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LAT, latitude);
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LON, longitude);
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LASTUPDATED, c.toString());

        db.insert(DBContract.RegisteredDevices.TABLE_NAME, null, values);
    }

    public void insert(DVA dva) {

        SQLiteDatabase db = dbHelper.getWritableDatabase();

        ContentValues values = new ContentValues();
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID, dva.getDev_id());
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LAT, dva.getLatitude());
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LON, dva.getLongitude());
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LASTUPDATED, dva.getLastUpdate());

        db.insert(DBContract.RegisteredDevices.TABLE_NAME, null, values);
    }

    private void eliminar(String dev_id) {
        SQLiteDatabase db = dbHelper.getWritableDatabase();

        db.delete(DBContract.RegisteredDevices.TABLE_NAME,
            DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID + "=?", new String[] {dev_id});

        db.close();
    }

    public ArrayList<DVA> query(String devId_searched) {
        ArrayList<DVA> dvaArr = new ArrayList<>();
        SQLiteDatabase db = dbHelper.getReadableDatabase();
        String sql = "SELECT * FROM " + DBContract.RegisteredDevices.TABLE_NAME +
            " WHERE " + DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID + " ='" +
            devId_searched + "'";

        Cursor cursor = db.rawQuery(sql, null);
        if (cursor.moveToFirst()) {
            do {
                DVA dva = new DVA();
                dva.setDev_id(cursor.getString(cursor.getColumnIndex(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID)));
                dva.setLatitude(cursor.getDouble(cursor.getColumnIndex(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LAT)));
                dva.setLongitude(cursor.getDouble(cursor.getColumnIndex(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LON)));
                dva.setLastUpdate(cursor.getString(cursor.getColumnIndex(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LASTUPDATED)));
                dvaArr.add(dva);
            } while (cursor.moveToNext());
        }
        cursor.close();

        return dvaArr;
    }
}

```

Es defineixen les interaccions bàsiques en una base de dades, la inserció d'un nou ARVA passant-li l'identificador, la latitud i la longitud, la inserció d'un objecte ARVA, l'esborrat d'una fila de la base de dades amb l'identificador i una obtenció de dades de la taula, la qual retorna l'objecte ARVA amb l'identificador que se li proporciona.

Activity BluetoothDeviceListActivity

```
package arvapp.navigation;

import ...

public class BluetoothDeviceListActivity extends AppCompatActivity{

    private BluetoothAdapter bluetoothAdapter = null;
    private DeviceListAdapter listAdapter = null;
    private ListViewCompat listViewCompat = null;
    private ArrayList<BluetoothDevice> data = new ArrayList<>();

    private BluetoothDevice currDevice = null;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState){
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.ble_device_list_layout);

        Toolbar toolbar = (Toolbar)findViewById(R.id.toolbarBle);
        setSupportActionBar(toolbar);

        bluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

        //Our custom listview, has the devices found in our scan
        listAdapter = new DeviceListAdapter(this);
        listAdapter.setData(data);
        listAdapter.setListener(position -> {
            currDevice = data.get(position);

            if(currDevice.getBondState() != BluetoothDevice.BOND_BONDED){
                Toast.makeText(getApplicationContext(), "Pairing. . .", Toast.LENGTH_LONG).show();
                if(pairDevice(currDevice) != null){
                    Intent res = new Intent(BluetoothDeviceListActivity.this, MainActivity.class);
                    Log.i("Currdevice 1: ", currDevice.getAddress());
                    res.putExtra("BluetoothDevice", currDevice);
                    BluetoothDeviceListActivity.this.setResult(MainActivity.RESULT_OK, res);
                    BluetoothDeviceListActivity.this.finish();
                }
            }
            else{
                Toast.makeText(getApplicationContext(),
                    "Could not pair with the device, try again please", Toast.LENGTH_LONG).show();
            }
        })
    }
}
```

```

@Override
protected final void onPause() {
    super.onPause();
    BluetoothDeviceListActivity.this.unregisterReceiver(myReceiver);
}

// Create a broadcastReceiver for ACTION_FOUND
private final BroadcastReceiver myReceiver = (context, intent) -> {
    String action = intent.getAction();
    //When discovery finds a device
    if(BluetoothDevice.ACTION_FOUND.equals(action)){
        //Do whatever you want with the data
        BluetoothDevice device = intent.getParcelableExtra(BluetoothDevice.EXTRA_DEVICE);
        if(data.size() < 1){
            Log.i("Log", "found device:" + device.getAddress());
            data.add(device);
            /*listAdapter.notifyDataSetInvalidated();
            listAdapter.setData(data);*/
            listAdapter.notifyDataSetChanged();
            listViewCompat.invalidateViews();
        }
        else{
            boolean unique = true;
            for(int i = 0; i < data.size(); i++){
                if(device.getAddress().equals(data.get(i).getAddress())){
                    unique = false;
                }
            }

            if(unique){
                Log.i("Log", "found device:" + device.getAddress());
                data.add(device);
                /*listAdapter.notifyDataSetInvalidated();
                listAdapter.setData(data);*/
                listAdapter.notifyDataSetChanged();
                listViewCompat.invalidateViews();
            }
        }
        else if(currDevice.getBondState() == BluetoothDevice.BOND_BONDED){
            //Toast.makeText(getApplicationContext(), "Unpairing. . .", Toast.LENGTH_LONG).show();
            //unpairDevice(currDevice);
            Intent res = new Intent(BluetoothDeviceListActivity.this, MainActivity.class);
            res.putExtra("BluetoothDevice", currDevice);
            Log.i("Currdevice2: ", currDevice.getAddress());
            BluetoothDeviceListActivity.this.setResult(MainActivity.RESULT_OK, res);
            BluetoothDeviceListActivity.this.finish();
        }
    }
};

//The listView that contains our devices, must be invalidated when new data comes
listViewCompat = (ListViewCompat) findViewById(R.id.list_devices);
listViewCompat.setAdapter(listAdapter);

startSearching();
}

@Override
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
    // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is present.
    getMenuInflater().inflate(R.menu.menu_ble, menu);
    return true;
}

@Override
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
    // Handle action bar item clicks here. The action bar will
    // automatically handle clicks on the Home/Up button, so long
    // as you specify a parent activity in AndroidManifest.xml.
    int id = item.getItemId();

    //noinspection SimplifiableIfStatement
    if (id == R.id.refresh) {
        startSearching();
        return true;
    }

    return super.onOptionsItemSelected(item);
}

```



```

//Private function, scans for new devices
private void startSearching() {
    Log.i("Log", "in the start searching method");
    IntentFilter intentFilter = new IntentFilter(BluetoothDevice.ACTION_FOUND);
    BluetoothDeviceListActivity.this.registerReceiver(myReceiver, intentFilter);
    bluetoothAdapter.startDiscovery();
}

//Private function, pairs a BluetoothDevice
private BluetoothDevice pairDevice(BluetoothDevice device) {
    try {
        Method method = device.getClass().getMethod("createBond", (Class[]) null);
        method.invoke(device, (Object[]) null);
        return device;
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
        return null;
    }
}

//Private function, unpairs a BluetoothDevice
private void unpairDevice(BluetoothDevice device) {
    try {
        Method method = device.getClass().getMethod("removeBond", (Class[]) null);
        method.invoke(device, (Object[]) null);

    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}

```

Aquesta activitat s'encarrega de mostrar els dispositius Bluetooth que estan connectats en aquell moment per a que l'usuari esculli el corresponent al seu ARVA. Utilitza funcions privades, tal com *startSearching* (escaneja els diferents dispositius Bluetooth connectats), *pairDevice* (estableix la comunicació amb el dispositiu Bluetooth connectat seleccionat) i *unpairDevice* (tanca la comunicació amb el dispositiu Bluetooth amb el qual estava connectat).

Alhora, quan l'usuari selecciona alguna de les opcions disponibles a la llista de Bluetooth activats escanejats, aquest avisa a l'adapter per tal que carregui la informació adequada i mostri els canvis adequats, tal com establir la comunicació o mostrar un missatge d'error a l'usuari (si no es connecta a cap dispositiu Bluetooth no es pot continuar).

Activity DeviceListAdapter

```
package arvapp.navigation;

import ...

public class DeviceListAdapter extends BaseAdapter{

    private LayoutInflater mInflater;
    private List<BluetoothDevice> mData;
    private OnPairButtonClickListener mListener;

    public DeviceListAdapter(Context context) {

        mInflater = LayoutInflater.from(context);
    }

    public void setData(List<BluetoothDevice> data){
        mData = data;
    }

    public void setListener(OnPairButtonClickListener listener) {
        mListener = listener;
    }

    public int getCount() {
        return (mData == null) ? 0 : mData.size();
    }

    public Object getItem(int position) {
        return null;
    }

    public long getItemId(int position) {
        return position;
    }

    public View getView(final int position, View convertView, ViewGroup parent) {
        ViewHolder holder;
```

```

    if (convertView == null) {
        convertView = mInflater.inflate(R.layout.list_item_device, null);

        holder = new ViewHolder();

        holder.nameTv = (TextView) convertView.findViewById(R.id.tv_name);
        holder.addressTv = (TextView) convertView.findViewById(R.id.tv_address);
        holder.pairBtn = (Button) convertView.findViewById(R.id.btn_pair);

        convertView.setTag(holder);
    } else {
        holder = (ViewHolder) convertView.getTag();
    }

    final BluetoothDevice device = mData.get(position);

    holder.nameTv.setText(device.getName());
    holder.addressTv.setText(device.getAddress());
    holder.pairBtn.setText((device.getBondState() ==
        BluetoothDevice.BOND_BONDED) ? "Unpair" : "Pair");
    holder.pairBtn.setOnClickListener((v) -> {
        if (mListener != null) {
            mListener.onPairButtonClick(position);
        }
    });

    return convertView;
}

static class ViewHolder {
    TextView nameTv;
    TextView addressTv;
    TextView pairBtn;
}

public interface OnPairButtonClickListener {
    public abstract void onPairButtonClick(int position);
}
}

```

Aquesta activitat és per controlar l'adapter utilitzat a l'*activity* BluetoothDeviceListAdapter; es defineix les funcions bàsiques que ha de tenir tot *adapter* per a poder controlar-ho i també es defineix què es mostra (tres TextView: nameTv, addressTv, pairBtn). Llavors, depèn del que hagi marcat l'usuari, retorna la posició i així es pot procedir a establir la comunicació amb el dispositiu seleccionat.

Activity BluetoothActivity

```
package arvapp.navigation;

import ...

public class BluetoothActivity extends AppCompatActivity implements SensorEventListener {

    //Bluetooth dependant variables

    private static final int REQUEST_ENABLE_BT = 1;
    private static final int BLUETOOTH_SEARCH_DEVICE = 2;
    private static final int RECIEVE_MESSAGE = 3;

    private Handler h;
    private static final UUID MY_UUID = UUID.fromString("00001101-0000-1000-8000-00805F9B34FB");
    private BluetoothSocket btSocket = null;
    private StringBuilder sb = new StringBuilder();

    private BluetoothAdapter myBA = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();
    private BluetoothDevice connectedDevice = null;
    private ConnectedThread mConnectedThread;

    // Orientation sensor variables
    private SensorManager mSensorManager;
    private float firstOrientation = -1;
    private float secondOrientation = -1;
    private float orientation = -1;

    //Multi-victim dependent
    private ArrayList<DVA> dvaArrayList = null;
    private static boolean toDelete = false;
    private int pointingDva = 0;
    private static int current = 0;
    private static int currentMax = 0;

    // Location variables //
    private double ourArvaLatitude = 0;
    private double ourArvaLongitude = 0;
    private double ourArvaAltitude = 0;

    private double receivingArvaLatitude = 0;
    private double receivingArvaLongitude = 0;

    private float bearing = 0;
    private float distance = 0;

    private LocationListener locationListener;

    private ImageView arrow = null;
    private TextView distanceTextView = null;
    private TextView latitude_info = null, longitude_info = null, altitude_info = null;
```

```

protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_bluetooth);

    Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbarBle);
    setSupportActionBar(toolbar);

    // Orientation Sensor
    mSensorManager = (SensorManager) getSystemService(SENSOR_SERVICE);

    //This is for SnackBar
    RelativeLayout v = (RelativeLayout) findViewById(R.id.relative);

    if (myBA == null) {
        final Snackbar snack = Snackbar.make(v, "Bluetooth not supported", Snackbar.LENGTH_LONG);
        snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
        snack.setAction("CLOSE", (view) -> { snack.dismiss(); });
        snack.show();
        //Toast.makeText(this, "Bluetooth not supported", Toast.LENGTH_LONG).show();
        finish();
    } else {
        if(!myBA.isEnabled()){
            Intent enableBtIntent = new Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
            startActivityForResult(enableBtIntent, REQUEST_ENABLE_BT);
        }
    }

    setListener();
}

private void setListener(){
    Button aux = (Button) findViewById(R.id.ble_enable_buttn);
    aux.setOnClickListener((view) -> {
        Intent i = new Intent(view.getContext(), BluetoothDeviceListActivity.class);
        startActivityForResult(i, BLUETOOTH_SEARCH_DEVICE);
    });

    h = (Handler) handleMessage(msg) -> {
        switch (msg.what) {
            case RECIEVE_MESSAGE:
                byte[] readBuf = (byte[]) msg.obj;
                String strIncom = new String(readBuf, 0, msg.arg1);
                sb.append(strIncom);
                int endOfLineIndex = sb.indexOf("\r\n");
                if (endOfLineIndex > 0) {
                    String sbprint = sb.substring(0, endOfLineIndex);
                    sb.delete(0, sb.length());
                    receivePacket(sbprint);
                }
            }
        }
    }
}

```

```

        receivePacket(sbprint);
        String aux = "";
        int checksum = 0;
        try {
            aux = sbprint.substring(0, 3);

            checksum = Integer.parseInt(String.valueOf(sbprint.substring(
                endOfLineIndex-2, endOfLineIndex).charAt(0)));
            int multiplicator = 1;
            for(int i = 1; i < sbprint.substring(endOfLineIndex-2,
                endOfLineIndex).length(); i++){
                checksum += Integer.parseInt(String.valueOf(
                    sbprint.substring(endOfLineIndex-2,
                        endOfLineIndex).charAt(i))) *
                    (multiplicator * 10);
                multiplicator *= 10;
            }

        } catch (IndexOutOfBoundsException e){
            e.printStackTrace();
        }

        if (aux.equalsIgnoreCase("DVA") && (checksum + 3 == sbprint.length())){
            receivePacket(sbprint);
        }
    }
    break;
}

};
}

}

@Override
protected void onActivityResult(int requestCode, int resultCode, Intent data){
    RelativeLayout v = (RelativeLayout) findViewById(R.id.relative);
    final Snackbar snack;
    switch(requestCode){
        case REQUEST_ENABLE_BT:
            switch(resultCode){
                case RESULT_CANCELED:
                    //Toast.makeText(this, "Enable Bluetooth", Toast.LENGTH_LONG).show();
                    snack = Snackbar.make(v, "Must enable Bluetooth", Snackbar.LENGTH_LONG);
                    snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
                    snack.setAction("CLOSE", (view) -> {
                        snack.dismiss();
                    });
                    snack.show();
                    break;
            }
        }
    }
}

```

```

        case RESULT_OK:
            snack = Snackbar.make(v, "Bluetooth enabled", Snackbar.LENGTH_LONG);
            snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
            snack.setAction("CLOSE", (view) → {
                snack.dismiss();
            });
            snack.show();
            break;
        default:
            snack = Snackbar.make(v, "Something gone wrong, try again", Snackbar.LENGTH_LONG);
            snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
            snack.setAction("CLOSE", (view) → {
                snack.dismiss();
            });
            snack.show();
            break;
    }
    break;
case BLUETOOTH_SEARCH_DEVICE:
    switch(resultCode){
        case RESULT_CANCELED:
            //Toast.makeText(this, "Link a DVA device", Toast.LENGTH_LONG).show();
            snack = Snackbar.make(v, "Link a DVA device", Snackbar.LENGTH_LONG);
            snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
            snack.setAction("CLOSE", (view) → {
                snack.dismiss();
            });
            snack.show();
            break;
        case RESULT_OK:
            Bundle bundle = data.getExtras();
            connectedDevice = bundle.getParcelable("BluetoothDevice");
            Intent i = new Intent(getApplicationContext(), MainActivity.class);
            startActivity(i);
            break;
        default:
            snack = Snackbar.make(v, "Something gone wrong, try again", Snackbar.LENGTH_LONG);
            snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
            snack.setAction("CLOSE", (view) → {
                snack.dismiss();
            });
            snack.show();
            break;
    }
}
}
}

```

Aquesta *activity* és la que conté tota la lògica del sistema multi víctima i GPS incorporada. Fins aquest punt, al principi es defineixen totes les variables que es necessitaran per tal de que funcioni tot el sistema. Després s'estableix un *handler*, el qual permet comunicar des d'un subprocés amb el fil principal de la comunicació Android. Així es pot controlar quines dades arriben des del Bluetooth per així poder controlar-les, ja que aquestes dades són les que s'envien des de l'ARVA amb sistema Arduino. De les dades rebudes s'emmagatzemen l'identificador, la latitud i la longitud.

Depenent del cas on l'aplicació es trobi (si està mostrant un missatge per tal que l'usuari connecti el sistema Bluetooth o ha seleccionat un dispositiu connectat per establir la comunicació) es defineixen objectes *Snackbar* per tal de mostrar errors o informació important per poder utilitzar-ho.

```
@Override
public void onSensorChanged(SensorEvent event) {
    if(firstOrientation == -1){
        firstOrientation = Math.round(event.values[0]);
        secondOrientation = -1;
    }
    else {
        secondOrientation = Math.round(event.values[0]);
    }

    if(current != pointingDva){
        recalculate();
    }
    else {
        updateArrow();
    }
}

// function onAccuracyChanged -> not in use
@Override
public void onAccuracyChanged(Sensor sensor, int accuracy) {
    // not in use
}

private class ConnectedThread extends Thread {
    private final InputStream mmInStream;
    private final OutputStream mmOutStream;

    public ConnectedThread(BluetoothSocket socket) {
        InputStream tmpIn = null;
        OutputStream tmpOut = null;

        try {
            tmpIn = socket.getInputStream();
            tmpOut = socket.getOutputStream();
        } catch (IOException e) {
            e.printStackTrace();
        }

        mmInStream = tmpIn;
        mmOutStream = tmpOut;
    }
}
```



```

public void run() {
    byte[] buffer = new byte[256];
    int bytes;
    while (true) {
        try {
            bytes = mmInStream.read(buffer);
            h.obtainMessage(RECIEVE_MESSAGE, bytes, -1, buffer)
                .sendToTarget();
        } catch (IOException e) {
            break;
        }
    }
}

public void write(String message) {

    byte[] msgBuffer = message.getBytes();
    try {
        mmOutputStream.write(msgBuffer);
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}

private BluetoothSocket createBluetoothSocket(BluetoothDevice device) throws IOException {
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= 10) {
        try {
            final Method m = device.getClass().getMethod(
                "createInsecureRfcommSocketToServiceRecord", new Class[] { UUID.class });
            return (BluetoothSocket) m.invoke(device, MY_UUID);
        } catch (Exception e) {
            Log.i("SOCKET: ", "Could not create Insecure RfComm Connection", e);
        }
    }
    return device.createRfcommSocketToServiceRecord(MY_UUID);
}
}

```

La següent funció s'utilitza per a controlar el moviment del telèfon mòbil en mode receptor. Quan l'usuari està cercant una víctima en concret, l'aplicació mostra una fletxa indicant cap a on ha de moure's l'usuari depenent de la posició a la que aquest sigui. És a dir, s'agafen dades del sensor del telèfon per a que la fletxa es mogui correctament.

Es defineix una classe privada, *Connected Thread* per tal d'establir quines dades es reben o escriuen al Bluetooth amb els mètodes *run* i *write*, a més de crear un *socket* (pont pel qual s'envien les dades).

```

private class MyLocationListener implements LocationListener {

    @Override
    public void onLocationChanged(Location loc) {
        ourArvaLatitude = loc.getLatitude();
        ourArvaLongitude = loc.getLongitude();
        ourArvaAltitude = loc.getAltitude();
        if (mConnectedThread != null){
            mConnectedThread.write(String.valueOf(ourArvaLatitude)
                + ":" + String.valueOf(ourArvaLongitude));
            if (arrow != null && distanceTextView != null){
                arrow.setVisibility(View.VISIBLE);
                distanceTextView.setVisibility(View.VISIBLE);
            }
        }
        recalculate();
    }

    @Override
    public void onStatusChanged(String provider, int status, Bundle savedInstanceState){}

    @Override
    public void onProviderDisabled(String provider){}

    @Override
    public void onProviderEnabled(String provider){}
}

//Private function: recalculate -> Recalculates the direction of the arrow
private void recalculate(){
    if (current < 0 || current >= dvaArrayList.size()){
        current = 0;
    }

    if (toDelete && !dvaArrayList.isEmpty()){
        dvaArrayList.remove(current);
        currentMax--;
        current = 0;
    }
    toDelete = false;

    if (pointingDva != current){
        pointingDva = current;
        receivingArvaLongitude = dvaArrayList.get(pointingDva).getLongitude();
        receivingArvaLatitude = dvaArrayList.get(pointingDva).getLatitude();
    }
}

```

Cal definir classes privades per tal d'implementar la direcció de la fletxa, la qual varia segons el GPS i el sensor del propi telèfon mòbil. Es defineix una localització, la pròpia, per fer la diferència entre la localització del mòbil i la localització de la víctima. La funció *recalculate* calcula la direcció de la fletxa, comprova si la víctima ha sigut rescatada per treure-la de la llista de víctimes a salvar, i també comprova si l'usuari ha canviat de víctima (per si un altre usuari l'està salvant).

```

        if(ourArvaLatitude != 0.0 && receivingArvaLatitude != 0.0) {
            Location ourArva = new Location("OurArva");

            ourArva.setLatitude(ourArvaLatitude);
            ourArva.setLongitude(ourArvaLongitude);
            Location receivingArva = new Location("ReceivingArva");
            receivingArva.setLatitude(receivingArvaLatitude);
            receivingArva.setLongitude(receivingArvaLongitude);

            bearing = ourArva.bearingTo(receivingArva);
            distance = ourArva.distanceTo(receivingArva);
            Log.i("bearing", String.valueOf(bearing));
            orientation = (360+((bearing + 360) % 360)-firstOrientation) % 360;
        }
        else {
            firstOrientation = -1;
            secondOrientation = -1;
        }

        updateArrow();
    }

    private void updateArrow() {
        arrow = (ImageView) findViewById(R.id.rx_arrow);
        distanceTextView = (TextView) findViewById(R.id.rx_distance_textview);
        latitude_info = (TextView) findViewById(R.id.latitude);
        longitude_info = (TextView) findViewById(R.id.longitude);
        altitude_info = (TextView) findViewById(R.id.altitude);

        if (arrow != null && distanceTextView != null) {
            if (firstOrientation != -1 && secondOrientation != -1 && !dvaArrayList.isEmpty()) {
                if (orientation != -1) {
                    arrow.setRotation(0);
                    arrow.setRotation((orientation + (firstOrientation - secondOrientation)));
                } else {
                    arrow.setRotation(0);
                    arrow.setRotation(bearing);
                }
            }

            if(altitude_info != null && longitude_info != null && latitude_info != null) {
                altitude_info.setText(String.valueOf(ourArvaAltitude));
                longitude_info.setText(String.valueOf(ourArvaLongitude));
                latitude_info.setText(String.valueOf(ourArvaLatitude));
            }
            distanceTextView.setText(String.valueOf(Math.round(distance)) + " m");
        }
        else if(dvaArrayList.isEmpty()){
            distanceTextView.setText("No victims found!");
        }
    }
}

```

La funció *bearingTo* és una que proporciona Android pel sistema GPS, per tal de calcular la distància i diferents dades entre dues localitzacions. En aquest cas, es

compara la pròpia localització amb la de la víctima seleccionada i va actualitzant la direcció de la fletxa.

```
private void addDvaToArray(DVA dvaObject){

    Location ourArva = new Location("Our DVA");
    Location distantArva = new Location("Distant DVA");
    float actDistance = 0, newDistance = 0;

    ourArva.setLatitude(ourArvaLatitude);
    ourArva.setLongitude(ourArvaLongitude);

    distantArva.setLatitude(dvaObject.getLatitude());
    distantArva.setLongitude(dvaObject.getLongitude());

    newDistance = ourArva.distanceTo(distantArva);
    boolean found = false;

    Log.i("dvaObject", dvaObject.getDev_id());

    if (!dvaArrayList.isEmpty()) {
        for (int i = 0; i < dvaArrayList.size() && found == false; i++) {
            if ((dvaArrayList.get(i).getDev_id()).equals(dvaObject.getDev_id())){
                found = true;
                dvaArrayList.get(i).setLatitude(dvaObject.getLatitude());
                dvaArrayList.get(i).setLongitude(dvaObject.getLongitude());
            }
        }
        if (found == false) {
            for (int i = 0; i < dvaArrayList.size() && found == false; i++){

                distantArva = new Location("distantArva");
                distantArva.setLatitude((dvaArrayList.get(i).getLatitude()));
                distantArva.setLongitude((dvaArrayList.get(i).getLongitude()));

                actDistance = ourArva.distanceTo(distantArva);
                if (newDistance < actDistance) {
                    dvaArrayList.add(i, dvaObject);
                    currentMax++;
                    found = true;
                    Toast.makeText(this, dvaArrayList.size() + " victims found",
                                Toast.LENGTH_SHORT).show();
                }
            }
        }
    }

    else if (dvaArrayList.isEmpty() || found == false){
        dvaArrayList.add(dvaObject);
        currentMax++;
        Toast.makeText(this, dvaArrayList.size() + " victims found", Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }
}
```

Finalment, s'implementa el sistema multi víctima afegint un objecte ARVA detectat pel sistema Bluetooth i descomponent el paquet analitzant-ne les dades rebudes. Si la

llista que emmagatzema els objectes ARVA (els quals es basen en les Activitats de bases de dades i la de definició d'un objecte DVA) no és buida, es comprovarà que si la víctima ja era al sistema; en cas afirmatiu, s'actualitzen les seves dades de localització. Contràriament, s'afegeix a la llista.

9.7.- ESTUDI TEÒRIC D'IMPLEMENTACIÓ DEL LORA

El xip LoRa recercat per a la implementació futura al projecte és el model SX1272. Algunes de les característiques d'aquest xip són les següents:

- Utilitza una freqüència de 868 / 900 MHz
- La distància màxima de connexió és de 2 km
- Els canals d'informació que utilitza són 8 (en el cas que s'utilitzi la freqüència de 868MHz) i 13 (en el cas de 900 MHz)

Com ja hem indicat en l'estudi del LoRa com a una tecnologia a implementar, les diferents situacions on pot tenir influència aquest xip és quan s'utilitzi en el cas d'un ARVA PRO, el qual pot gestionar els membres d'un equip o expedició i controlar en tot moment què és el que està succeint.

El següent esquema és un anàlisi on s'indica els diferents processos pel qual es pot implementar aquest xip:

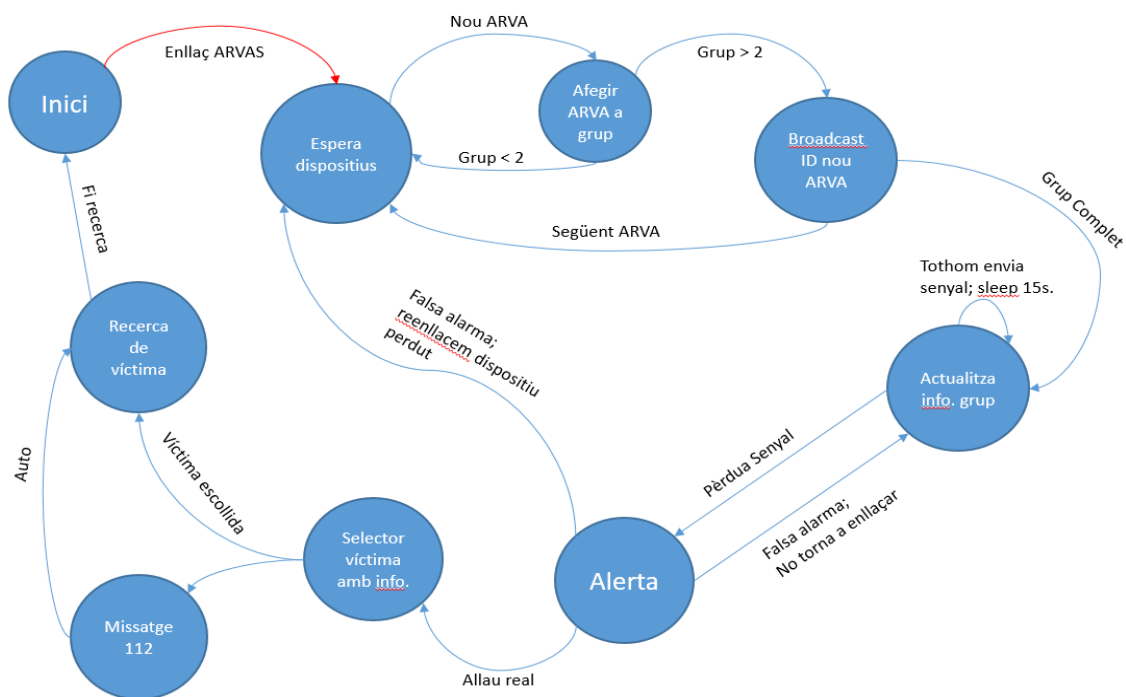


Figura 9.25. Diagrama d'estats del LoRa

En començar a treballar amb aquest mode, es farà un enllaç amb la resta d'ARVA de l'equip, per tal d'enregistrar-los i poder utilitzar el mode de control. Un cop el grup estigui complert i s'hagin inclòs tots els membres del grup, cada membre enviarà (automàticament cada cert temps) una senyal per anar actualitzant la informació del grup.

Si aquesta senyal s'ha perdut, el grup pot trobar quina va ser la última senyal emmagatzemada i, així, procedir a buscar a la víctima. Alhora, s'enviarà un missatge al servei d'emergències amb les dades guardades d'aquella persona a la qual li correspon el dispositiu que s'ha perdut per a facilitar el rescat d'aquesta.

El pseudocodi d'ús seria el següent:

- **Inici jornada (s'enllacen dispositius, només ARVA Pro)**

```
main(){
    while (grup.complet != true){
        EnllaçNouARVA();
        if(grup.mida > 2) EnviaDadesNouARVA();
    }
    ModeTravessa();
}
```

Figura 9.26. Pseudocodi d'inici de la jornada

A l'inici, s'enllacen els nous dispositius al ARVA Pro, i aquest envia les dades als altres membres del grup.

- **Travessa en curs**

```
ModeTravessa(){
    while(ARVAMissing == false && Mode == Emissió){
        ActualitzaInfo(grup);
        Sleep(15000);
    }
    if (ARVAMissing == true) SendAlarm();
    RecepcióOn();
}
```

Figura 9.27. Pseudocodi de la travessa

Actualitzem estat dels membres cada 15 segons, si falta algun dispositiu enviem alarma a l'usuari, i si el canvi de mode es produeix normal passem directe a mode recepció.

- **Mode Recepció**

```
RecepcióOn(){  
    MostraInfoMembresGrup();  
    if(MembreSeleccionat){  
        ObrirBuscador(víctima);  
        Alert112();  
    }  
}
```

Figura 9.28.Pseudocodi del mode recepció

Mostrem llista de membres amb informació (distància, etc.) i un cop seleccionat activem el buscador i avisem el 112.

La interfície Android d'aquesta tecnologia, per tal de fer-la intuïtiva per a tots els usuaris, seria la següent:

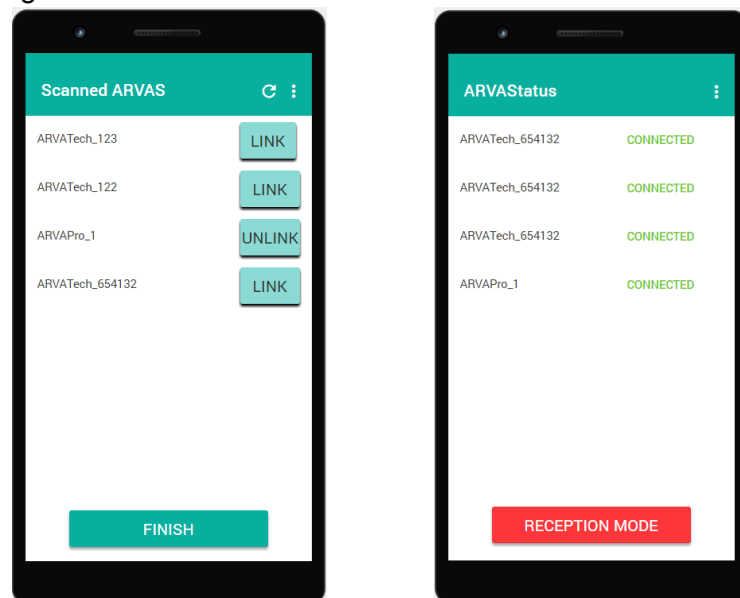


Figura 9.29.Interfície Android dels ARVA escanejats i el seu estat

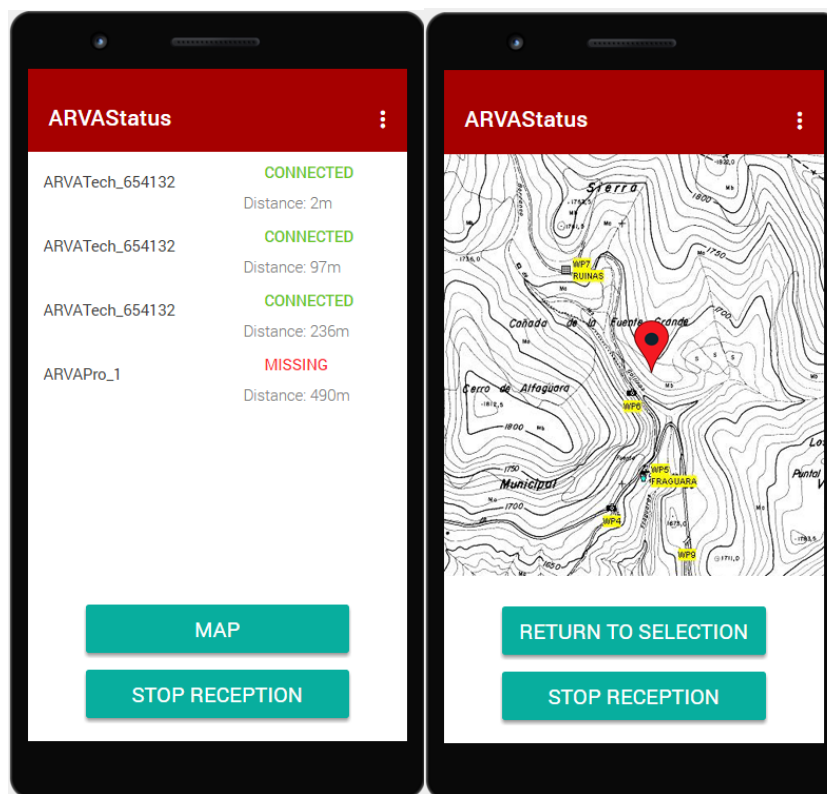


Figura 9.30. Interfície Android del cas de recepció i mapa mostrant la última senyal emmagatzemada

Un bon ús del mapa podria ser mostrar on són la resta d'usuaris, representats respecte del mateix usuari. Així doncs, es podria veure amb rapidesa en cas d'allau o pèrdua d'algun membre de l'equip.

10.- PRESSUPOST TOTAL

S'ha realitzat un estudi econòmic on s'estudien els ingressos i les despeses que genera un projecte d'aquestes dimensions. Així doncs, per a poder estimar el preu final de cada gamma de cadascun dels productes, s'ha establert l'estratègia de mercat que es vol seguir, és a dir, on es fabricarien els ARVA i on es vendria per a calcular el cost de distribució.

Els ARVA fabricats per a nosaltres mateixos no tenen en compte el cost de les impressores 3D, necessàries per a fabricar la carcassa i els elements que formen part del prototip d'aquesta; com que l'empresa del client no té impressores 3D, caldria incloure el cost d'una impressora per a poder acurar més el cost de producció real.

A continuació, es poden observar els diferents costos que han generat l'elaboració d'aquest projecte, és a dir, els prototips 3D, les hores de treball invertides tant per a definir el disseny, implementar el codi i estudis previs i posteriors:

Concepte	Hores	Cost €/h	Total
Estudis i desenvolupament	150	45	6.750
Modelat 3D	50	45	2.250
Seguiment projecte	50	45	2.250
Materials	20	45	900
Modificacions	30	45	1.350
Total			13.500 €

Figura 10.1.Taula de costos d'elaboració del projecte

- Estudis i desenvolupament: referència a estudis de les tecnologies, què es pot i no implementar, estudis de viabilitat, fer proves, etc. Alhora inclou la implementació del codi (tant a l'Arduino com de l'aplicació Arvapp).
- Modelat 3D: inclou el prototipatge en 3D dels diferents dissenys i imprimir amb les impressores 3D
- Seguiment projecte: es basa en les reunions amb el client, estudiar cadascuna de les propostes i presentacions dels Sprints.
- Materials: inclou les hores de cerca de material i la creació del prototip mitjançant les peces
- Modificacions: referència a els canvis de propostes del client i/o tutors al projecte per tal de poder seguir avançant.

10.1.- LLISTAT MATERIAL NECESSARI PER MUNTAR EL PROTOTIP ARVA

La següent taula mostra tots els components dels quals està format cada prototip d'ARVA, el seu preu per unitat i el número de peces del qual es necessiten, amb un preu final del cost total del prototip.

Descripció	€/u	Nº peces	Total
Altaveu	3,99	1	3,99
Arduino Mega	17,99	1	17,99
Cables f-m (conjunt)	1,24	1	1,24
Cables m-m (conjunt)	1,24	1	1,24
Display Oled	9,99	1	9,99
Fil impressora 3D	14,99	1	14,99
Mòdul RF433 (rx, tx)	8	1	8
GPS	13,99	1	13,99
Mòdul Bluetooth HC-06	4,16	1	4,16
Piles AA	0,5	4	2
Pintura		2	0
Polsador	5,5	2	11
Porta piles	18,48	1	18,48
Protoboard	1,61	1	1,61
Total import			108,68

Figura 10.2. Taula de costos d'un prototip

L'import d'imprimir les carcasses en 3D, s'ha tingut en compte el preu per gram per saber el cost. El preu base que fem servir és el de 0,04€/gram, el qual ens hem basat en una botiga especialitzada en impressions 3D (*FunLab*). Com es pot veure a la següent taula, el cost total d'imprimir la carcassa és de 6,00€. Però a més a més cal sumar el preu de mà d'obra, el qual són 3€ per hora treballada. Per tant, el cost de fabricació total del prototip serien 128,24€, comptant el preu d'un prototip més el preu de la carcassa i la mà d'obra d'imprimir (un total de 8 hores, uns 13,56€).

Descripció	€/g	Grams	Total
Carcassa prototip ARVA	0,04	150	6,00 €

Figura 10.3. Taula de costos d'impressió 3D de la carcassa del prototip

10.2.- LLISTAT MATERIAL NECESSARI PER MUNTAR ARVA DEFINITIU

Si es volgués comercialitzar l'ARVA, s'utilitzarien els mateixos components excepte l'Arduino. L'ideal seria crear una placa integrada (placa base personalitzada que combina tots els xips de diferents components com GPS o Bluetooth i hi afegeix el circuit per poder-los fer servir en conjunt, sent més petit que un Arduino) que contingui tota la lògica. Per tant, a les carcasses cabrien tots els components amb més espai però caldria dissenyar aquesta placa i produir-la, el qual fa que el preu s'elevi bastant més. Alhora, cal especificar que el preu de la impressió de la carcassa seria el mateix que a la taula 10.3; El preu final de l'ARVA comercial seria de 236,16€.

Descripció	€/u	Nº peces	Total
Altaveu	3,99	1	3,99
Display Oled	9,99	1	9,99
Disseny placa integrada	indefinit	1	50
Fil impressora 3D	14,99	1	14,99
GPS	13,99	1	13,99
Mòdul Bluetooth HC-06	4,16	1	4,16
Mòdul RF433 (rx, tx)	8	1	8
Piles AA	0,5	4	2
Pintura		2	0
Polsador	5,5	2	11
Porta piles	18,48	1	18,48
Producció placa integrada	indefinit	1	80
Total import			216,6

Taula 10.4. Taula de costos de fabricació d'un prototip

10.3.- COST DE FABRICACIÓ EN MASSA

Es realitzarà un pressupost aproximat del disseny del motlle, materials, mecanitzat, muntatge i ajust per a fer-se una idea del cost de fabricació del motlle. A causa de la multitud de processos i materials que entren en joc resulta complicat fixar un preu exacte.

De manera que en moltes ocasions el cost final del motlle pot presentar petites variacions respecte del pressupost. Generalment el causant d'aquestes variacions són errors en el càlcul d'hores de mecanitzat ja que les hores calculades sempre són estimades i és difícil fer un càlcul exacte. També durant la fabricació del motlle poden sorgir imprevistos que poden canviar els plans de producció i en conseqüència el cost final.

També es farà una valoració del preu i es calcularà el preu unitari per a la fabricació de la peça en PC i el temps d'amortització del motlle.

Per realitzar el pressupost s'ha dividit en diferents fases:

- Disseny del motlle.
- Materials.
- Mecanitzat.
- Tractaments tèrmics.
- Muntatge i ajust del motlle.

Per poder reduir els costos el màxim possible, en la selecció de materials, s'ha recorregut a catàlegs amb diferents peces normalitzades que no hauran de passar cap procés, peces que són directament per al muntatge del motlle i altres peces que s'intenten obtenir el més semblant a les necessitats que es busquen per haver de fer el mínim de modificacions.

10.3.1.- DISSENY DEL MOTLLE

Aquesta és la primera fase del projecte i engloba la projecció, dibuix en AUTOCAD i programes de mecanitzat (CAD-CAM) del motlle. El total d'hores dedicat és de 150 hores que es facturem a 45 euros.

Cal tenir en compte que en aquest cas, s'obtenen totes les peces d'un mateix ARVA amb un sol motlle, per tant, només es realitzarien dos motlles per a la fabricació de les dues ARVES. i en conseqüència el preu de producció no variarà gaire l'un respecte l'altre.

El cost total és, per tant, de 13.500 €.

10.3.2.- MATERIALS

Aquesta fase consisteix en l'obtenció del material que s'utilitzarà per a la construcció del motlle sense cap tipus de mecanitzat. En aquest cas obtinguts del catàleg SUMOLMA, distribuïdor de peces dedicades a la fabricació de motlles. Es mostrarà cada peça amb la seva referència, la quantitat i el preu de cada un. Com a resultat es podrà veure el total només en materials que s'ha de realitzar per a la construcció del motlle. Algunes de les peces no han de ser mecanitzades així que es guardaran fins que el motlle sigui muntat.

Nº	Denominació	Ref./Norma	Quantitat	Preu UNIT. (Euros)
-	Motlle Prefabricat	345x345/ DIN 1.1730	1	1200,00
7	Guia motlle	GC 94x70/ DIN 1.7264	4	27,54
9	Casquet motlle	CV 55/ DIN 1.7264	4	28,29
24	Columna de recolzament de la placa expulsora.	CA/30x150/ DIN 1.7242	4	18,51
19	Expulsor nitrurat	AP/2.75x160/ DIN 1.2344	6	6,22
27	Baga	Baga/M16	2	5,86
33	Placa corredissa 1	P-165x80x95/ DIN 1.2344	1	215,12
29	Placa corredissa 2	P-115x50x90/ DIN 1.2344	1	215,12
28	Guiacorredissa 1 i 2	G2/ 10 x 130/ DIN 1.7242	3	15,27
30	Posicionador de bola	PB/ M.6	3	8,55
5	Cilindre Hidràulic	CHL 3-16	1	381,93
34	Placa cilindre hidràulic	P-100x15x3/ DIN 1.1730	1	7,09
12	Disc Centrador	DC/135x8 / DIN 1.1730	1	28,54
20	Cargols Allen M12 x 45	DIN 912	2	0,44
13	Abeurador	B6/38x4.5x76/ DIN 1.7242	1	69,45
26	Peus motlle M20 x 30	DIN 1.1730	4	0,51
23	Cargols Allen M7 x 36	DIN 912	4	0,42

36	Placa tancament de seguretat	P-110x40x10/ DIN 1.1730	1	3,50
35	Cargols Allen M8 x 17	DIN 912	2	0,37
6	Cargols Allen M7 x 30	DIN 912	4	0,40
14	Placa corredissa 3	P-50x30x28/ DIN 1.2344	1	45,61
37	Placa corredissa 4	P-50x30x28/ DIN 1.2344	1	45,61
18	Molla carga lleugera	Motlle lleuger/ 13x32	2	11,03
17	vareta roscada per acooredissa 3 i 4	M5 x 50/ DIN 1.2344	2	3,15
16	Placa mitja corredissa 3 i 4	P-42x28x6/ DIN 1.2344	4	49,12
38	Placa exterior corredissa 3 i 4	P-70x28x6/ DIN 1.2344	2	52,35
39	Placa cos corredissa 3 i 4	P-50x50x28/ DIN 1.2344	2	92,01
15	Guiacorredissa 3 i 4	G2/ 5 x 30/ DIN 1.7242	4	13,22
40	Cargols Allen cap avellanat M3 x 8	DIN 7991	16	0,23
25	Filtre refrigeració mascle	BMR 1/8	6	1,83
41	Tap cònic	Tap/ 1/8	1	0,23
T				3.218

Taula 10.5. Taula de costos de materials

10.3.3.- MECANITZAT

Un cop obtingudes totes les peces segons el fabricant s'envien a mecanitzar al costat dels plans dissenyats, per obtenir-les tal com es desitja. El càlcul de les hores de mecanitzat resulta complicat i sempre se sol fer una estimació de quantes hores aproximades es trigarà.

Cada procés i especialització té un cost diferent, una mateixa peça pot passar per diferents processos o tractaments fins a arribar a la seva forma final, aquests són alguns dels processos pels quals solen passar:

- Fresat és el procediment de fabricació per arrencada de ferritja mitjançant el qual una eina (maduixa o tallador) proveïda de múltiples arestes tallants disposades simètricament al voltant d'un eix que gira amb moviment uniforme i arrenca el material a la peça que és empesa contra ella.

- Electroerosió: és un procés de fabricació, també conegut com Mecanitzat per Descàrrega Elèctrica o EDM. El procés d'electroerosió consisteix en la generació d'un arc elèctric entre una peça i un elèctrode en un medi dielèctric per arrencar partícules de la peça fins a aconseguir reproduir en ella les formes de l'elèctrode. Tots dos, peça i elèctrode, han de ser conductors, perquè pugui establir-se l'arc elèctric que provoqui l'arrencada de material.
- Electroerosió per fil: És un desenvolupament del procés anterior, més modern, que substitueix l'elèctrode per un fil conductor, aquest procés té millor mobilitat. Les taxes d'arrencada de material amb fil ronden els 350 cm³ / h.
- Tornejat: Procés en què una eina de tall ataca la superfície d'un component giratori, per tal de tallar una espira de metall (hèlix) del mateix, com a resultat de la sincronització del moviment axial de l'eina i el component i la rotació d'aquest últim, caracteritzat perquè almenys la profunditat del tall realitzat per l'eina i el engrani en el component són controlats.
- Rectificat: Té per finalitat corregir les imperfeccions de caràcter geomètric i dimensional que es produeixen durant les operacions de fabricació de peces, ja sigui per maquinat o per tractament tèrmic, aquest últim és important per a l'acer (plaques del motlle). Amb el rectificat poder-nos donar les toleràncies específiques segons el disseny.
- Trepat: és una operació de maquinat amb arrencada de ferritja que consisteix a produir un forat en una peça de treball. El trepat es realitza generalment amb una eina cilíndrica rotatòria, coneguda com broca, la qual té dues vores tallants en els seus extrems. És considerat com un dels processos més importants a causa del seu ampli ús.

Independentment del procés que es vagi a realitzar per a cadascuna de les peces que hagin de ser mecanitzades, el preu hora serà el mateix per a tots els processos, que serà de 35 euros / hora.

Els processos que ocupen la majoria de les hores a la construcció del motlle són els de fresat, electroerosió per penetració i electroerosió per fil, però també intervindran altres processos que són el tornejat, trepat i rectificat.

PROCÉS	ELEMENT	HORES
Fresat	Forat central placa H. Forats columnes placa, extractors placa, abeurador i centrador de placa.	30
	Corredisses.	100
	Guies corredisses.	50
Electroerosió per fil	Plaques.	150
	Noyos y expulsors	80
Electroerosió per penetració	Figures a les plaques	300
Perforacions	Sistema refrigerant.	30
	Forats per els cargols per el centrador, segur de motlle, peus, cilindre hidràulic armelles i corredisses.	50
Rectificat	Plaques Corredisses.	30
TOTAL:		820

Taula 10.6. Taula d'hores de mecanitzat

Així doncs, el preu total del mecanitzat del motlle és de 28.700€, que resulta de multiplicar les hores (820) per el preu per hora (135).

10.3.4.- TRACTAMENTS TÈRMICS I QUÍMICS

Mitjançant els tractaments tèrmics es modifiquessin les propietats dels acer, obtenint un acer més resistent, i així les peces podran realitzar amb garanties els treballs per als quals han estat dissenyades.

Els tractaments que s'aplicaran són els següents:

- Trempat i revingut: Figures, noio a 52-54 HRc.
- Nitruració, és un tractament d'enduriment superficial que permet obtenir una duresa de 70 HRc. També garanteix una gran resistència al desgast, de manera que aplicarem aquest tractament als elements sotmesos a grans esforços de fricció com són les corredisses: cos de les corredissa i guies de les corredisses.

Preu total del tractament tèrmic i químic: 800€

10.3.5.- MUNTATGE I AJUST DEL MOTLLE

Un cop es tenen totes les peces tal com es desitgen, es passa al muntatge i ajust. En aquesta fase, es realitza el muntatge general peça a peça del motlle de manera que el seu funcionament sigui el correcte, és a dir, assegurant-se que tot encaixa, no hi ha joc on no ha d'haver, que el tancament és el correcte per assegurar una bona injecció i una bona qualitat a l'hora de la fabricació de la peça. En aquest procés, cal assegurar-se que el motlle està en òptimes circumstàncies per ser utilitzat en un bon funcionament, que l'acoblament és el correcte i que tot encaixa perfectament, incloent abeurador, disc centrador del injector. Es podria dir que té el motlle finalitzat i preparat per a la seva utilització.

El càlcul aproximat de muntatge i ajust del motlle seria de 100 hores a un preu de 40 euros l'hora.

Preu total del muntatge i ajust del motlle: 4.000 €

10.3.6.- PRESSUPOST TOTAL DEL MOTLLE

A continuació es mostrarà el pressupost total en una taula amb tots els preus de les diferents fases per a la construcció del motlle i se li afegirà l'import de l'IVA del 21%.

CONCEPTE	IMPORT (Euros)	IMPORT + IVA (21%)
Disseny del motlle	13.500	16.335
Materials	3.218	3.893,78
Mecanitzats	28.700	34.727
Tractaments Tèrmics i Químics	800	968
Muntatge i ajustos del motlle	4.000	4.840
PRESUPOST TOTAL:	50.212	60.756,52 €

Taula 10.7. Presupost total del motlle

10.3.7.- VALORACIÓ

Com es pot veure i com ja se sabia des del principi, és en la mecanització on va a parar la major part del pressupost, en aquest cas el 62%. Al mecanitzar, no es poden reduir costos ja que cada peça i cada motlle per fabricar-la és totalment diferent.

El disseny juga un paper molt important en el desenvolupament del motlle i per això representa el 20% del total del pressupost.

Avui en dia a causa de la gran oferta de peces normalitzades i de tallers de tractament de metalls, els costos s'han reduït molt i això es pot veure en el pressupost amb tan sols un 7% de despesa en els materials i un 2% en els tractaments.

10.3.8.- COST INJECCIÓ

Per poder calcular el cost de la injecció es farà una estimació del nombre de peces a fabricar a l'any. També es necessitarà el pes de la peça i la bugada i preu del material.

- Nombre estimat de peces l'any: 10.000 peces.
- Nombre de peces per cicle: 3.
- Temps de cicle estimat: 40 segons.
- Volum aproximat de la peça: 120,2 cm³
- Volum aproximat de la bugada: 4,50 cm³
- Densitat del PC: 1,20 g / cm³
- Preu del PC: 3,00 euros / kg
- Preu hora injectora: 30 euros.
- Pes de la peça + la bugada: $120,2 \times 1,20 + 4,50 \times 1,20 = 127,1$ grams
- Material necessari per fabricar les 10.000 peces: $127,1 \text{ grams} \times 10.000 \text{ peces} = 127.100 \text{ grams} = 1.271 \text{ Kg}$.
- Inversió necessària només en material plàstic = $1.271 \text{ kg} \times 3,00 \text{ € / Kg} = 3.813$ euros.
- Temps necessari per fabricar les 10.000 peces: $40 \text{ segons / cicle} \times 10.000 \text{ peces} = 400.000 \text{ segons} = 111,2 \text{ hores}$
- Cost de fabricació de les 10.000 sense el cost del material: $111,2 \text{ hores} \times 30 \text{ euros / hora} = 3.333 \text{ euros}$

La inversió total necessària per fabricar 10.000 peces seria de:

$3.813 \text{ euros} + 3.333 \text{ euros} = \mathbf{7.146 \text{ Euros}}$

Per calcular el preu unitari de cada peça, cal saber el preu que costa fabricar una peça i els beneficis que volem aconseguir per cada un.

- Cost unitari:

$$\frac{10000 \text{ PECES}}{7146 \text{ EUROS}} = 0,7146 \text{ EUROS/PEÇA}$$

- Cost unitari per amortitzar el motlle en 1 any:

Cal considerar tant la producció del motlle com el material i hores de feina necessaris

$$\frac{7146 + 60.756,52}{10000} = 6,7903 \text{ EUROS/PEÇA}$$

- Cost unitari per amortitzar el motlle en 1 any + un 40% de benefici + 21% d'IVA:

$$6,7903 * 1,4 * 1,21 = \mathbf{11,5027 \text{ EUROS/ARVA}}$$

Es considera que els dos DVA tenen el mateix cost, ja que la variació de pes i volum de material injectat es mínim i no implica cap canvi considerable. Aquest cost incorpora les dos carcasses i els sistemes de subjecció i activació en el cas de l'ARVA Easy.

11.- NORMATIVES

11.1.-PRESENTACIÓ DEL DISPOSITIU A TESTEJAR

Cada dispositiu per a testejar haurà de complir els requeriments ETS en totes les seves freqüències en les que s'espera que operi.

Cada sol·licitant haurà de proveir de material auxiliar rellevant per a testejar-lo.

El sol·licitant també hauria de proveir també un manual d'instruccions del dispositiu.

11.2.-DISSENY MECÀNIC I ELÈCTRIC

11.2.1.-GENERAL

El dispositiu proveït per el sol·licitant ha de ser construït en seguint les bones pràctiques de la enginyeria i sense que interfereixi amb el funcionament d'altres dispositius.

11.2.2.-CONSTRUCCIÓ

El dispositiu ha de ser portable i capaç de ser usat en cas d'allau entre persones que siguin en zones de neu, àrtiques o semblants. Emissor i receptor hauran de ser combinats en una sola unitat.

El dispositiu constarà d'una unitat amb:

- Un emissor/receptor integrat (constant de bateria i antena).
- Una unitat de control amb encès i apagat
- Un altaveu intern o auricular.

El dispositiu hauria de ser visible amb colors que destaquin sobre la neu.

Qualsevol peça que es vulgui revisar o se li vulgui fer algun manteniment haurà de ser fàcilment accessible i identificable.

El dispositiu no tindrà cantons o vores afilades.

El dispositiu no podrà ser afectat per gel, neu, aigua o la exposició al sol (clàusula 7).

El dispositiu serà de mida petita.

El dispositiu i la bateria no pesaran més de 200g.

El fabricant haurà de proveir del mètode per enganxar el dispositiu a la roba de l'usuari.

11.2.3.- CONTROLS I INDICADORS

Tots els controls i comandaments hauran de ser accessibles per a una persona amb guants i en un ambient fred. El número de controls hauria de ser el mínim imprescindible per a poder realitzar una operació amb senzillesa i de manera ràpida i usant només una mà.

El dispositiu haurà de tenir els comandaments següents:

- Botó d'encesa i apagat amb indicador visual.
- Interruptors de testeig.
- Un controlador de volum.
- Un indicador de senyal que indiqui si hi ha o no.
- Control de bateria.

11.2.4.- PREVENCIÓ DE PÈRDUA DE COMPONENTS

Tots els components (com auriculars, etc.) hauran de ser lligats per tant que no es puguin perdre.

El dispositiu amb auriculars haurà de ser operatiu després de passar el test d'estrès descrit a la clàusula 7.8.

Emissor i receptor hauran de ser inseparables.

11.2.5.- PASSAR D'EMISSOR A RECEPTOR

El dispositiu ha de permetre passar de mode emissió a recepció de manera ràpida i sense perill d'apagar-lo de manera accidental. També ha d'incloure un mètode de seguretat contra l'apagada accidental.

11.2.7.- TIPUS DE BATERIES/PILES

Les bateries/piles han de ser fàcilment adquiribles.

11.2.8.- TEMPS D'OPERACIÓ

El dispositiu ha de ser capaç d'operar durant 200 hores en mode emissió a una temperatura de 10° C seguit d'una hora en mode recepció a -10° C.

11.2.11.- SISTEMA DE TRANSPORT

El dispositiu ha d'incloure un sistema per a poder transportar-lo, que pot ser inclòs o adquirible per separat. El sistema d'ancoratge o transport ha d'aguantar 50 N de força com a mínim.

11.2.12.- FREQUÈNCIES

El dispositiu ha de funcionar en les següents freqüències tant en mode recepció com en emissió:

- Tipus 1: $f = 457 \text{ kHz}$
- Tipus 2: $f = 2.275 \text{ kHz}$ i $f = 457 \text{ kHz}$

El dispositiu ha de ser operatiu al cap de 5 segons després d'encendre'l.

11.3.- CONDICIONS GENERALS DE TEST

11.3.1.- TESTS DE SENYAL NORMALS

Les proves en el dispositiu emissor hauran de produir-se amb el dispositiu encès en posició d'emissió.

En el cas del receptor les proves seran amb senyal A1A tal i com s'indica al punt 4.2.13 (*original en anglès*).

Es posen dades tècniques de les proves (freqüències esperades, rangs de senyal, etc.) en el document original en anglès.

11.4.- PROVES AMBIENTALS

11.4.1.- PROCEDIMENT

Les proves ambientals hauran de ser complides prèviament a altres proves d'aquest estàndard.

En cas que es necessiti electricitat aquesta haurà de ser proveïda per la bateria o les piles del propi dispositiu.

11.4.2.- COMPROVACIÓ DEL FUNCIONAMENT

A propòsit d'aquest ETS el terme "comprovació de funcionament" es referirà a una comprovació en la emissió del transmissor (subclàusula 8.2) de la exactitud de la freqüència del transmissor (subclàusula 8.1) i la sensibilitat del receptor (subclàusula 9.1).

Els resultats hauran de ser els esperats sota condicions extremes.

11.4.3.- PROVA DE CAIGUDA SOBRE SUPERFÍCIE DURA

11.4.3.1.- DEFINICIÓ

La immunitat davant els efectes de deixar caure el dispositiu és la habilitat que permet que aquest mantingui les propietats elèctriques i mecàniques després de passar unes proves sobre una superfície de fusta.

11.4.3.2.- MÈTODE DE MESURAMENT

La prova consisteix en 6 caigudes diferents, una en cada superfície.

Durant la prova el dispositiu ha d'estar equipat de bateries o piles corresponents i en estat apagat.

La prova amb fusta dura ha de consistir d'una peça de fusta dura de com a mínim 150 mm de gruix i una massa de 30 kg o més.

L'alçada de la part inferior del dispositiu en el moment de deixar-lo caure ha de ser de 1 metre.

Al finalitzar al prova se li realitzaran les comprovacions corresponents.

11.4.3.3.- REQUERIMENTS

Els requeriments per a la comprovació de funcionament hauran de ser complits.

11.5.- PROVES DE TEMPERATURA

11.5.1.- GENERAL

El rati màxim d'augment o disminució de la temperatura a la sala on es realitzi la prova serà d'1° C / min.

11.5.2.- MÈTODE DE MESURAMENT

S'ha de posar en una cambra on la temperatura s'eleva fins als 70°C (+- 3°C) durant almenys 10 hores. Després, qualssevol dispositiu de control climàtic s'ha d'encendre quan la cambra estigui a 55°C. El refredament de la cambra s'ha de completar en 30 minuts.

Després, el dispositiu seguirà funcionant dues hores i es commutarà entre modes emissor i receptor cada 5 minuts.

Al final del test, la cambra s'ha de posar a temperatura normal durant una hora i es deixarà el dispositiu que s'adapti 3 hores.

11.5.3.- CICLE DE BAIXA TEMPERATURA

11.5.3.1.- MÈTODE DE MESURAMENT

S'ha de posar en una cambra on la temperatura baixarà fins als -30°C (+- 3°C) durant almenys 10 hores. Després, qualssevol dispositiu de control climàtic s'ha d'encendre

quan la cambra estigui a -20°C. El refredament de la cambra s'ha de completar en 30 minuts.

Després, el dispositiu seguirà funcionant dues hores i es commutarà entre modes emissor i receptor cada 5 minuts.

Al final del test, la cambra s'ha de posar a temperatura normal durant una hora i es deixarà el dispositiu que s'adapti 3 hores.

11.6.- TEST D'IMMERSIÓ

11.6.1.- MÈTODE DE MESURAMENT

S'ha de submergir l'equipament sota aigua durant una hora en posició horitzontal a una profunditat de 15 cm i a 10°C. 2 minuts després del final del test s'ha de comprovar els danys i perjudicis que ha sofert el dispositiu.

11.6.2.- REQUERIMENTS

Els requeriments s'han de complir i els danys o l'accés d'aigua a l'interior del dispositiu han de ser visibles a ull.

11.7.- RADIACIÓ SOLAR

11.7.1.- MÈTODE DE MESURAMENT

L'equipament es posarà en un suport i s'exposarà contínuament a una simulació de radiació solar especificada a l'annex E durant 80 hores.

11.7.2.- REQUERIMENTS

S'han de complir els requeriments i no ha de veure's deteriorament ni danys a l'equip visiblement.

11.8.- TEST D'EXTENSIÓ

11.8.1.- MÈTODE DE MESURAMENT

Les juntes de les peces essencials de l'equip seran sotmesos a un esforç de tracció de 10N per mitjans adequats

11.8.2.- REQUERIMENTS

S'han de complir els requeriments

11.9.- MÈTODES DE MESURAMENT I LÍMITS DE TRANSMISSIÓ DE PARÀMETRES

11.9.1.- ERROR DE FREQUÈNCIA

11.9.1.1.- DEFINICIÓ

L'error de freqüència a la transmissió és la diferència entre la freqüència portadora de l'equip i la freqüència nominal

11.9.1.2.- MÈTODE DE MESURAMENT

La freqüència portadora es mesurarà amb el test d'accessori (6.2). S'han de sotmetre sobre condicions de test normals (5.3), i el test de condicions extremes (5.4.1 i 5.4.2)

11.9.1.3.- LÍMITS

L'error de freqüència no ha de superar els valors donats a la taula:

Tipus	Freqüència	Màxima freqüència d'error
Tipus 1	f1 = 457 KHz	+/- 100 Hz
Tipus 2	f1 = 457 KHz f2 = 2275 KHz	+/- 100 Hz +/- 20 Hz

Figura 11.1. Límits d'errors de freqüència

11.9.2.- INTENSITAT DE CAMP DE SORTIDA

11.9.2.1.- DEFINICIÓ

Es mesura en la direcció de màxima intensitat de camp en condicions específiques de mesurament

11.9.2.2.- MÈTODE DE MESURAMENT

Es mesurarà a distàncies de 1m i 10m en un camp obert (mirar annex A). L'equipament pot rotar i la intensitat de camp es mesurarà en direccions de màxima i mínima emissió.

La lectura es reduirà a 51,5 dB per mesurament calibrat en dBuV o dBuV/m.

11.9.2.3.- LÍMITS

La intensitat de transmissió mínima no poden ser menors respecte als valors de la següent taula:

Tipus	Freqüència	1 metre (mA/m)	10 metres (uA/m)
Tipus 1	f1 = 457 KHz	0,5	0,5
Tipus 2	f1 = 457 KHz	0,5	0,5
	f2 = 2275 KHz	10	10

Figura 11.2. Límits de la intensitat de transmissió màxima

La intensitat de transmissió màxima no pot excedir els valors de la següent taula:

Tipus	Freqüència	1 metre (mA/m)	10 metres (uA/m)
Tipus 1	f1 = 457 KHz	2,16	2,16
Tipus 2	f1 = 457 KHz	2,16	2,16
	f2 = 2275 KHz	108	108

Figura 11.3. Límits de la intensitat de transmissió màxima

11.9.3.- EMISSIONS ESPURI

11.9.3.1.- DEFINICIÓ

Són emissions a freqüències diferents de les del portador i les bandes laterals associades amb la modulació de la prova normal. Es mesurarà en condicions com la potència radiada efectiva davant la intensitat de camp radiada pel gabinet i l'antena integral.

11.9.3.2.- INTENSITAT DE CAMP

11.9.3.2.1.- MÈTODE DE MESURAMENT (<30 MHZ)

S'ha de fer per freqüències menors a 30 MHz. S'ha de mesurar a una distància de 10 metres a camp obert. L'antena serà de camp magnètic calibrat. Ambdós han de funcionar tal i com s'indica a l'annex A (A1).

S'ha de testejar sota modulació normal (4.2.13). El receptor s'ha de posar sobre la freqüència de 9 KHz a 30 MHz, excepte la banda de freqüència ± 20 KHz de la freqüència on l'emissor està tractant d'emetre.

La lectura es reduirà a 51,5 dB per mesurament calibrat en dBuV o dBuV/m.

11.8.3.2.2.- LÍMITS

Per emissions menors de 30MHz no s'ha d'excedir la intensitat de camp de 10 metres donada per:

Estat	Freqüència $9\text{kHz} \leq f < 4,78\text{MHz}$	Freqüència $4,78\text{MHz} \leq f < 30\text{MHz}$
Transmissió	24,5 to -2,8 dBm/m	-2,8 dBm/m
Standby	3,5 to -23,7 dBm/m	-23,7 dBm/m

Figura 11.4. Límits de les emissions espuri

11.9.3.3.- ENERGIA EFECTIVA RADIADA

11.9.3.3.1.- MÈTODE DE MESURAMENT ($\geq 30\text{MHz}$)

S'ha de posar el dispositiu a l'alçada d'un suport no conductor i a la posició més propera a l'ús actual. L'antena ha d'estar en posició vertical i la sortida d'aquesta ha d'anar connectada a un receptor de mesurament.

El transmissor es connecta en modulació normal, i el receptor de mesura es regularà en tot el rang de freqüències de 30 a 1.000 MHz.

A cada freqüència a la qual es detecti un component no essencial, l'antena d'assaig es pot pujar i baixar a través de la gamma especificada de les altures fins a un nivell de senyal màxim on es detecta en el receptor de mesurament.

El transmissor llavors ser girat 360° en el pla horitzontal, fins que el nivell màxim del senyal és detectat pel receptor de mesurament.

El nivell màxim del senyal detectada pel receptor de mesurament s'ha de tenir en compte.

L'antena de substitució haurà d'estar orientat verticalment i calibrat per a la freqüència de la component no essencial detectat.

La freqüència del generador de senyal calibrada es fixarà a la freqüència de la component no essencial detectat. L'ajust del atenuador d'entrada del receptor de mesurament s'ha d'ajustar a fi d'augmentar la sensibilitat del receptor de mesura, si cal.

L'antena de prova es pot pujar i baixar a través del rang especificat d'altures per assegurar-se que es rep el senyal màxima.

Quan es fa servir un lloc de prova d'acord amb la clàusula A.3, no hi ha necessitat de variar l'altura de l'antena.

El senyal d'entrada de l'antena de substitució s'ajusta fins que s'obté un igual o un nivell relacionat conegut a la detectada des del transmissor al receptor de mesurament.

El senyal d'entrada a l'antena de substitució es realitzarà com un nivell de potència i corregit per qualsevol canvi d'ajust del atenuador d'entrada del receptor de mesurament.

El mesurament es repeteix amb l'antena de prova i l'antena de substitució orientat per a la polarització horitzontal.

La mesura de la potència radiada efectiva dels components no essencials és el més gran dels dos nivells de potència registrats per a cada component no essencial a l'entrada a l'antena de substitució, corregits pel guany de l'antena de substitució si cal. Si el mode d'espera està disponible, els mesuraments es van repetir en aquesta manera.

11.9.3.3.2.- LÍMITS

L'energia d'emissió radiada no pot excedir:

Estat	47 MHz to 74 MHz 87,5 MHz to 118 MHz 174 MHz to 230 MHz 470 MHz to 862 MHz	Altres freqüències entre 30 a 1000 MHz
Operatiu	4nW	250nW
Standby	2nW	2nW

Figura 11.5. Límits de l'energia d'emissió radiada.

11.10.- MÈTODES DE MESURAMENT DE LÍMITS PER PARÀMETRES DE RECEPCIÓ

11.10.1.- SENSIBILITAT DEL RECEPTOR

11.10.1.1.- DEFINICIÓ

La sensibilitat màxima del receptor és el mínim nivell de la senyal (intensitat de camp) de la freqüència nominal del receptor que, quan s'aplica a l'entrada del receptor amb la modulació de prova normal (subapartat 4.2.13), produeix:

- Rati s/n de 6 dB mesurats amb un transductor electroacústic

On $S/N = (S+N)/N$

- S = senyal

- N = soroll

11.10.1.2.- MÈTODE DE MESURAMENT

Un senyal de prova a una freqüència portadora igual a la freqüència nominal del receptor, modulats per la modulació de prova normal (subclàusula 4.2.13) s'aplicarà en la millor posició d'acoblament, és a dir, quan la vareta de l'antena és paral·lela a les línies de la camp magnètic. Una càrrega de freqüència d'àudio i un instrument de mesura per al mesurament de la relació S / N es connecten als terminals del transductor electroacústic.

El nivell del senyal de prova s'ajustarà fins que s'obté una relació S / N de 6 dB. La intensitat de camp en el receptor es mesura mitjançant un mètode de substitució. En aquestes condicions, el nivell del senyal de prova a l'entrada de mesura plana sobre una amplada de banda de 20 kHz és el valor de la referència de sensibilitat màxima utilitzable que es va registrar.

11.10.1.3.- LÍMITS

El S/N del mínim 6 dB ha d'aconseguir els següents valors:

Tipus	Freqüència	Camps d'intensitat
Tipus 1	f1 = 457 KHz	80 nA/m
Tipus 2	f1 = 457 KHz f2 = 2275 KHz	200 nA/m 10 uA/m

Figura 11.6. Límits de la sensibilitat del receptor

11.10.2.- CANVIS EN LA SENYAL REBUDA

11.10.2.1.- DEFINICIÓ

Són els canvis en la distància entre la transmissió i la recepció.

11.10.2.2.- MÈTODES DE MESURAMENT

La reducció de la distància entre el transmissor i el receptor en un 25% produirà un canvi perceptible en el senyal rebut en tot el rang de recepció cap a baix a una distància d'1 m. En la manera de recepció, s'han d'arbitrar els mitjans per eliminar la senyal rebut.

11.10.2.3.- LÍMITS

S'han de complir els requisits i ho han de jutjar 5 persones independents

11.11.- INCERTESA DE MESURES

Les incerteses de mesura acumulades del sistema de prova en ús per als paràmetres a mesurar no ha d'excedir dels que figuren a la taula 8. Això és per tal d'assegurar que les mesures es mantinguin dins d'una incertesa acceptable.

Paràmetre	Incertesa
RF freqüència	$\pm 1 \times 10^{-7}$
Potència RF, conductor	$\pm 0,75$ dB
Emissió conduïda del transmissor, vàlida fins a 1 GHz	± 3 dB
Emissió conduïda de receptors	± 3 dB
Emissió radiada del transmissor, vàlida fins 1 GHz (Mètode de substitució)	± 2 dB
Emissió radiada del transmissor, vàlida fins 1 GHz (mesurament directe, utilitzant calibrat d'antenes)	± 6 dB
Emissió radiada del receptor, vàlida fins 1 GHz (Mètode de substitució)	± 2 dB
Emissió radiada del receptor, vàlida fins 1 GHz (mesurament directe, utilitzant calibrat d'antenes)	± 6 dB
Temperatura	$\pm 1^{\circ}\text{C}$
Humitat	$\pm 5\%$

Figura 11.7. Límits de la incertesa de les mesures

12.- FUTURES LÍNIES

En el moment en que l'equip de desenvolupament va donar el projecte per finalitat es van avaluar diferents punts que, en un principi, es volien afegir al projecte o bé s'havien pensat ja com a modificacions o *add-ons* del propi producte finalitzat però, ja sigui per que l'equip va decidir arribar fins al punt on s'ha arribat amb aquest projecte o per que, després d'un estudi i valoració del temps que es trigaria en implementar aquests apartats, es decidís que no s'implementaria en aquest projecte, es van anotar diferents idees de possibles millores que es poden implementar sobre aquest projecte.

A continuació s'esmentaran les línies futures del projecte amb una breu explicació del treball que l'equip de desenvolupament pensa que s'hauria de fer:

12.1.- ELABORACIÓ DE MÒDULS I ANTENES DE LA FREQUÈNCIA D'EMERGÈNCIA.

Els prototips ARVA, per ara, funcionen amb antenes genèriques molt per sobre de la freqüència que s'utilitza com a estàndard per altres equips de rescat del mercat, essent impossible el reconeixement d'altres dispositius amb l'ARVA realitzat per l'equip de desenvolupament i viceversa. Les antenes es poden fer fàcilment però el problema ve amb el mòdul que defineix el funcionament de les mateixes. Aquest mòdul ha de ser capaç d'agafar la senyal rebuda per 3 antenes orientades en diferents direccions, extreure informació de potencia de senyal i enviar els resultats al codi principal. L'equip de desenvolupament ha estimat que es necessita d'un electrònic, un informàtic i un enginyer de telecomunicacions per a dur a terme la creació del mòdul, antenes i el muntatge en el prototip.

12.2.- REDUCCIÓ DEL PROTOTIP ELECTRÒNIC AMB CIRCUÏT INTEGRAT.

Actualment el prototip està implementat amb ArduinosMega, entre d'altres components. L'equip va detectar que tot el maquinari pot entrar a dintre de l'actual carcassa sempre i quant es reduís la mida dels components elaborant un circuit integrat (embedded). Per a tal objectiu es necessitaria d'un o més electronics per dissenyar el circuit i imprimir-lo.

12.3.- IMPLEMETACIÓ DEL SISTEMA RAMAT (LORA).

Encara que el codi dels prototips estigui preparat, la aplicació tingui creat l'espai per ficar les dades, s'hagi implementat de forma teòrica i estigui pràcticament 100% definit, l'equip no ha pogut implementar el sistema de ramat per falta de la tecnologia necessària per enviar les dades. Com ja s'ha explicat prèviament va començar a pensar en LoRa i després amb ZigBee, per tant al final no es va poder implementar.

12.4.- OPTIMITZACIÓ I MILLORA DEL DISSENY.

Tot i estar dissenyades específicament per a les condicions a les que es sotmetran, els components es poden millar, sobre tot a nivell de mides. Es pot també retocar els encoratges i sistemes de botons per tal de fer-lo més ergonòmic i intuïtiu. Es calcula que farien falta dos persones de disseny per a executar aquesta tasca.

12.5.- DOCUMENTAR I IMPLEMENTAR EL PROTOCOL ARVA ESTÀNDARD.

En aquest projecte s'ha dissenyat un protocol de comunicació que tan sols el dispositius de la mateixa marca o lògica interna es podran reconèixer entre ells. Un cop aconseguides les antenes i el mòdul del primer punt el següent pas seria aconseguir un ARVA creat per una altra empresa, fer enginyeria inversa o elaborar un document on quedi clar com funciona el seu protocol de comunicació i implementar una solució que pugui unir ambdós aparells. L'equip calcula que es necessitaria un informàtic i un electrònic per desenvolupar aquesta tasca. També caldria fer més robust el protocol DVA existent en els prototips.

13.- CONCLUSIONS

Un cop finalitzat el projecte ARVA és hora d'extreure les conclusions generals. Aquestes es detallen a continuació:

- El fet de tenir un client fa créixer l'equip de manera professional, donat que implica realitzar múltiples modificacions (al producte o codi) o inclús arribar al punt on cal refer tot de nou. Aquest fet és molt útil de cara al futur laboral de cada membre.
- Tot i les dificultats tècniques de les impressores 3D de la universitat, s'ha aconseguit realitzar una impressió en 3D de manera satisfactòria, amb una dedicació important de temps i intents.
- Que realitzar un TFG amb 7 persones és una tasca realment feixuga, donat que implica una organització molt laboriosa, donat que tot l'equip ha d'estar en sintonia i aquest fet és més complicat quanta més gent hi hagi.
- El fet d'introduir diverses gammes (i realitzar diversos dissenys) ha complicat la tasca de manera no esperada.
- S'han pogut aplicar tots els coneixements de les diferents enginyeries dels membres de l'equip, i ampliar-los gràcies a la dificultat del projecte. A més, s'han après coneixements de les altres enginyeries.
- En incorporar certs components de la part informàtica i tecnològica al disseny, implica que aquest està molt condicionat. En comptes d'haver fet un disseny més creatiu del que s'agradaria, aquest s'ha adaptat. Per tant, les tres enginyeries condicionen el treball i el desenvolupament de la resta dels membres.
- En ser membres de diferents enginyeries, el fet de posar-se d'acord en termes de quines tecnologies es poden implementar o quines modificacions es poden realitzar i quines no, al principi és complicat fins que cadascú posa de la seva part.
- Per últim, concloure que s'ha arribat a una solució tècnica que respon tant als requeriments del client com als requeriments definits a mitjans del projecte.

14.- AGRAÏMENTS

Aquest projecte ha sigut possible gràcies a la dedicació dels nostres tutors Sergio Sánchez i Balduí Blanqué tant al desenvolupament del projecte com pel seguiment de les metodologies Agile. També s'agraeix les instal·lacions i equipament proporcionat per la pròpia universitat EPSEVG.

Alhora, agrair al nostre client Eloi Martínez pels seus consells, idees i crítiques constructives al llarg del projecte, ja que ens ha fet replantejar els objectius a seguir i, per tant, adaptar el producte als requeriments establerts.

Al mateix temps s'aprecia l'aportació del staff tècnic de les botigues Barrabés i Vèrtic, al grup d'enquestats i un membre dels serveis d'emergència per la seva col·laboració i assistència.

Finalment, gràcies a la gent que ens ha envoltat i ha fet possible al realització d'aquest Treball Final de Grau.

15.- BIBLIOGRAFIA

15.1.- LLIBRES

José Luis Melo. *Ergonomía práctica, guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo*. Fundación Mapfre, 2009. [Consulta: 12/09/16] Disponible en Internet: https://www.fundacionmapfre.org/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1073097

Pedro R. Mondelo, Enrique Gregori, Pedro Barrau. *Ergonomía 1 Fundamentos*. Edicions UPC, 1999. [Consulta: 10/09/2016] Disponible en Internet: <http://www.inpahu.edu.co/biblioteca/imagenes/libros/Ergonomia1.pdf>

Juntas Tóricas, Simrit. Publicacions: Epidor [Consulta: 05/09/16] Disponible en Internet: http://www.epidor.com/documentos/B-JuntasToricas_JuntasEQ.pdf

John Croney. *Antropometría para diseñadores*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona 1978.

Courtney, Thomas H. *Mechanical behaviour of materials*. McGraw-Hill, Barcelona 2000.

15.2.- PROGRAMARI

Photoshop CS6

CES Edupack2015

Siemens Unigraphics 9.0

KeyShot 6.0

Android Studio (versió 2.1.1)

DIA %

Fritzing 3.9

Just In Mind Prototyper

Arduino IDE (versió 1.6.9)

UpStudio!

Trello

15.3.- PÀGINES WEB

Google. *Bluetooth* | *Android Developers*. Disponible en:

<https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth.html?hl=es>

Google. *Location Strategies* | *Android Developers*. Disponible en:

<https://developer.android.com/guide/topics/location/strategies.html>

Google. *Adding Maps* | *Android Developers*. Disponible en:

<https://developer.android.com/training/maps/index.html>

Google. *Creating a Navigation Drawer* | *Android Developers*. Disponible en:

<https://developer.android.com/training/implementing-navigation/nav-drawer.html>

Google. *TabLayout* | *Android Developers*. Disponible en:

<https://developer.android.com/reference/android/support/design/widget/TabLayout.html>

Google. *Saving Data in SQL Databases*. Disponible en:

<https://developer.android.com/training/basics/data-storage/databases.html>

Google Material Design. *Icons*. Disponible en:

<https://material.google.com/style/icons.html>

Arduino. *Arduino Mega*. Disponible en:

<https://www.arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

Arduino GPS library. *TinyGPS++*. Disponible en:

<http://arduiniana.org/libraries/tinygpsplus/>

Instructables. *Connecting GPS module to Arduino*. Disponible en:

<http://www.instructables.com/id/Connecting-GPS-module-to-Arduino/>

Instructables. *RF 315/433 MHz Transmitter-receiver Module and Arduino*. Disponible en:

<http://www.instructables.com/id/RF-315433-MHz-Transmitter-receiver-Module-and-Ardu/>

Instructables. *Add bluetooth to your Arduino project*. Disponible en:

<http://www.instructables.com/id/Add-bluetooth-to-your-Arduino-project-ArduinoHC-06/>

Instructables. *OLED i2c display with arduino*. Disponible en:

<http://www.instructables.com/id/Monochrome-096-i2c-OLED-display-with-arduino-SSD13/>

TkkrLab. *Arduino KY-004 Key switch module*. Disponible en:

https://tkkrlab.nl/wiki/Arduino_KY-004_Key_switch_module

Cooking-hacks. *Extreme Range Links: LoRa 868 / 900MHz SX1272 LoRa module for Arduino Waspote and Raspberry Pi*. Disponible en:

<https://www.cooking-hacks.com/documentation/tutorials/extreme-range-lora-sx1272-module-shield-arduino-raspberry-pi-intel-galileo/>

Beacon Reviews. *RECCO Avalanche System*. Disponible en:

<http://beaconreviews.com/transceivers/recco.asp>

Beacon Reviews. *Avalanche Transceiver Reviews*. Disponible en:

http://beaconreviews.com/transceivers/transceiver_reviews.asp

Wikipedia. *Ergonomía*. Disponible en:

<https://es.wikipedia.org/wiki/Ergonom%C3%ADa>

Wikipedia. *Pantallas de cristal líquido*. Disponible en:

https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_de_cristal_l%C3%ADquido

Wikipedia. *Pantalla LED*. Disponible en:

https://es.wikipedia.org/wiki/Pantalla_LED

Wikipedia. *Análisis de fallos y efectos*. Disponible en:

https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_modal_de_fallos_y_efectos

Duracell Ultra Power MX2400: informació tècnica piles alcalines AAA/LR03. Disponible en:

http://www.batterysales.nl/files/downloads/Battery_Sales_Europe_Ultra_Power_AAA_MX2400.pdf

Polycarbonate Specifications. Boedker Plastics, Inc. Disponible en:
http://www.boedeker.com/polyc_p.htm

Fundamentos y optimización de la búsqueda con Arvas, Barrabés esquí y montaña.
Disponible en:
<http://www.barrabes.com/actualidad/tecnica/2-6988/fundamentos-optimizacion-busqueda-arvas.html>

3ders. *3D Printing Basics*. Disponible en:
<http://www.3ders.org/3d-printing-basics.html>

González de Cabañes, Antoni. González Mestre, Santiago. Disseny de peces de plàstic per injecció. Article disponible en:
http://tdd.elisava.net/coleccion/20/gonzalez-de-cabanes_gonzalez-mestre-

15.4.- NORMATIVES

Radio Equipment and systems (RES); Avalanche Beacons; Transmitter-receiver systems. European Telecommunication Standard, ETS 300 718, Referència: DE/RES-08-0501. [consulta: 05/09/16] Disponible en:

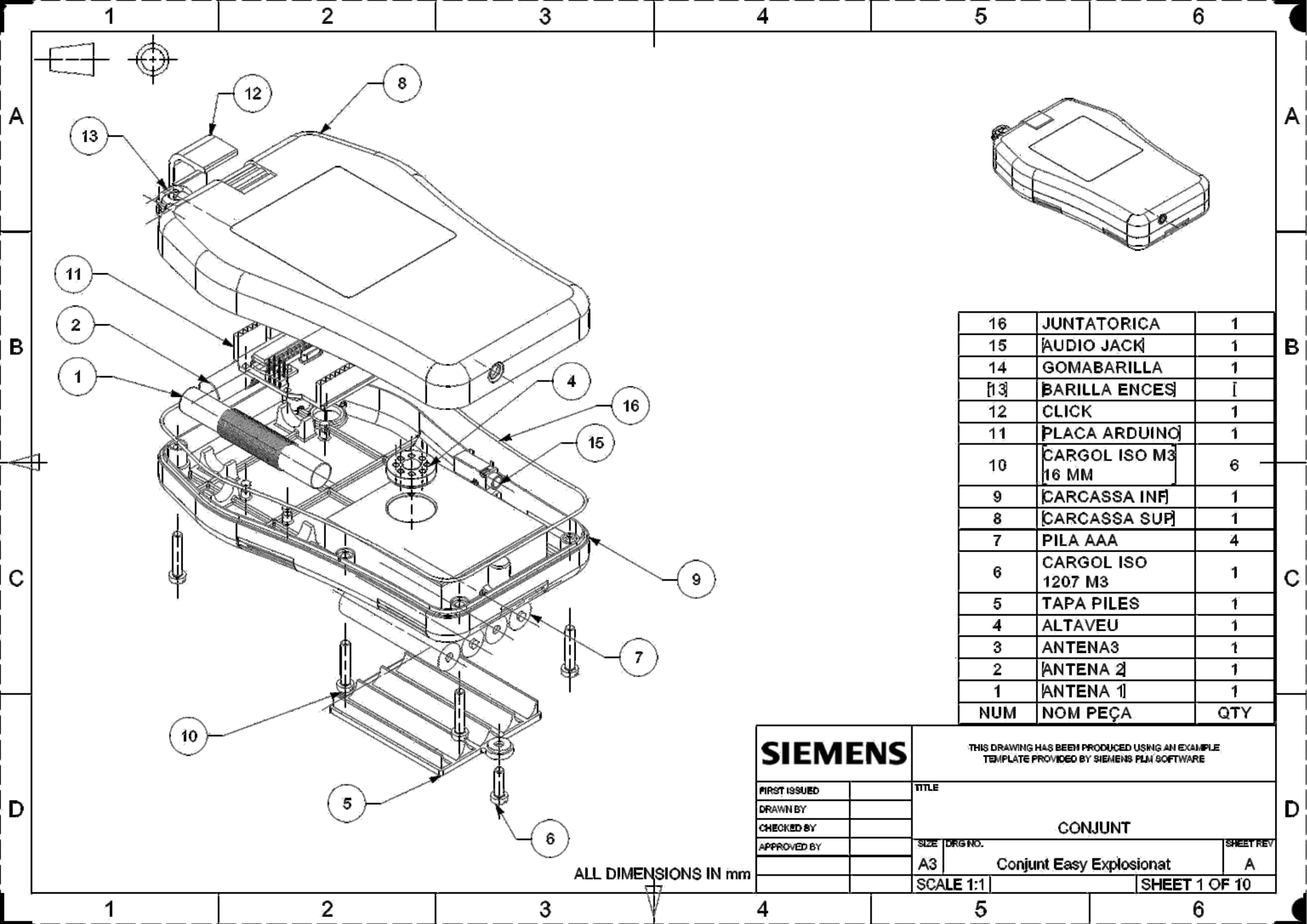
http://www.etsi.org/deliver/etsi_i_ets/300700_300799/300718/01_20_105/ets_300718e01c.pdf

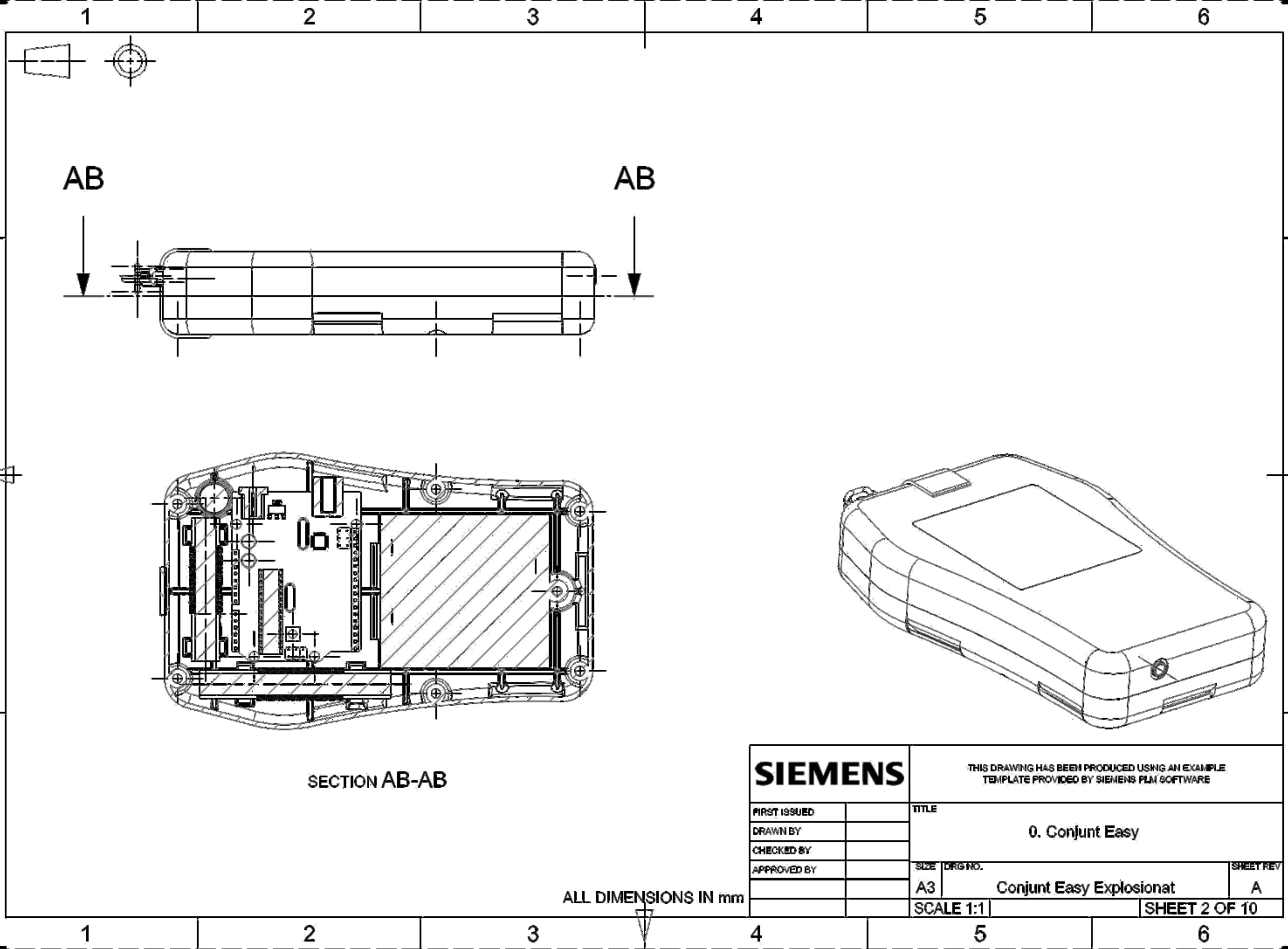
16.- ANNEX

16.1.- PLÀNOLS DE FABRICACIÓ

A continuació es mostren els plànols de fabricació de les diferents peces que conformen l'ARVA Easy i l'ARVA Tech/Pro, així com de l'arnés.

16.1.1.- ARVA EASY

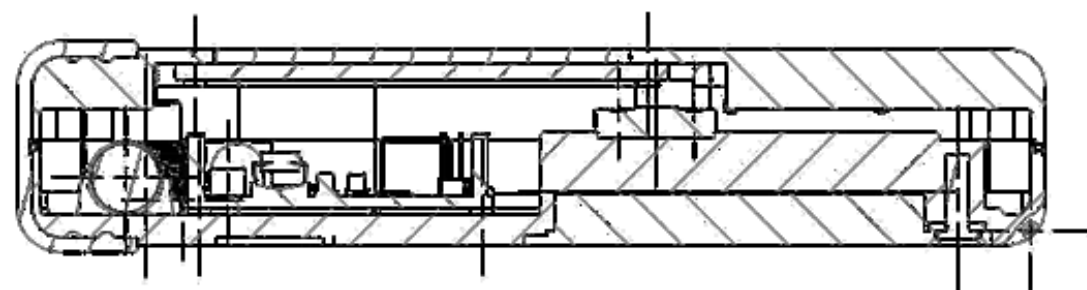
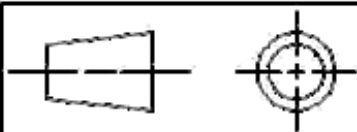




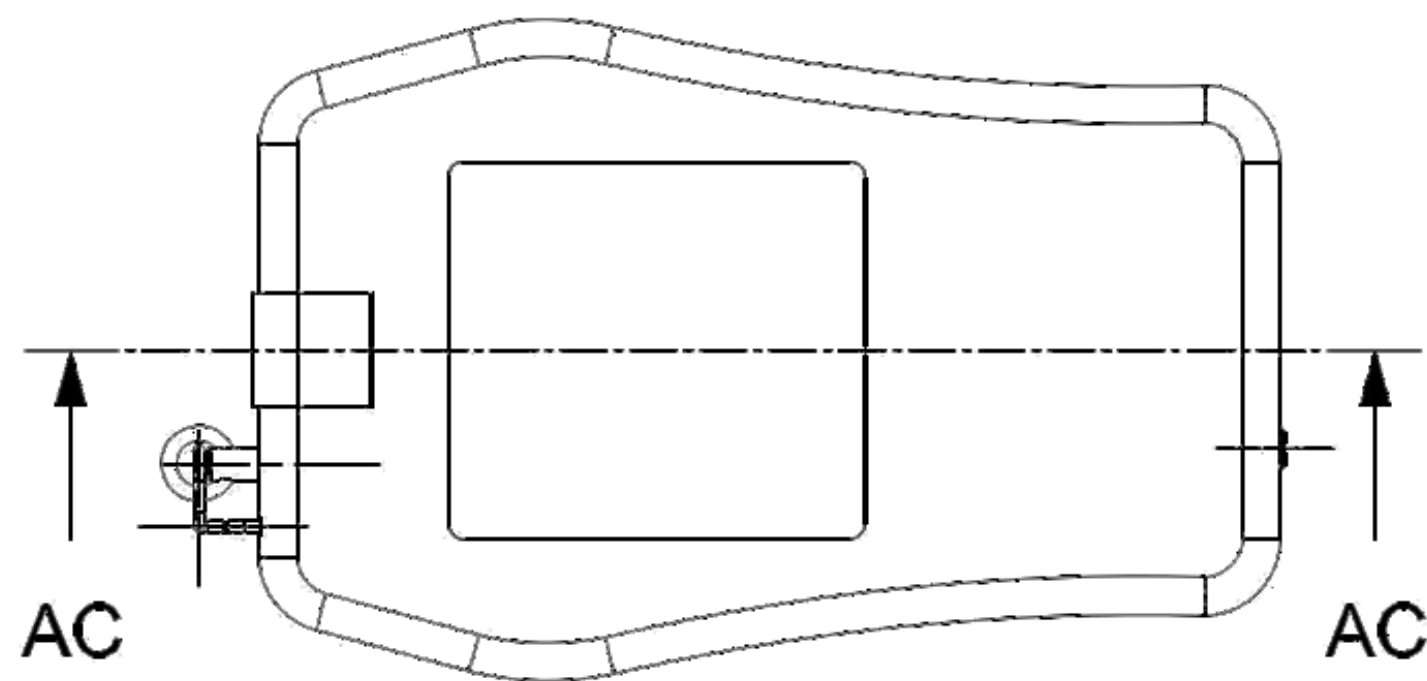
SECTION AB-AB

ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE 0. Conjoint Easy		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	Conjoint Easy Explosionsat	A
		SCALE 1:1	SHEET 2 OF 10	



SECTION AC-AC



SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

0. Conjoint Easy (2)

SIZE DRG NO.

A3

Conjoint Easy Explosionat

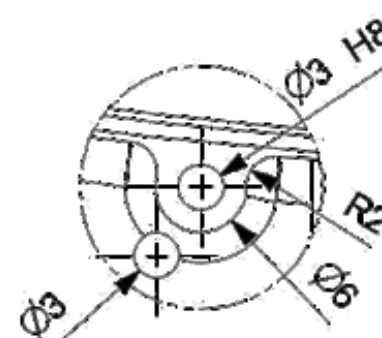
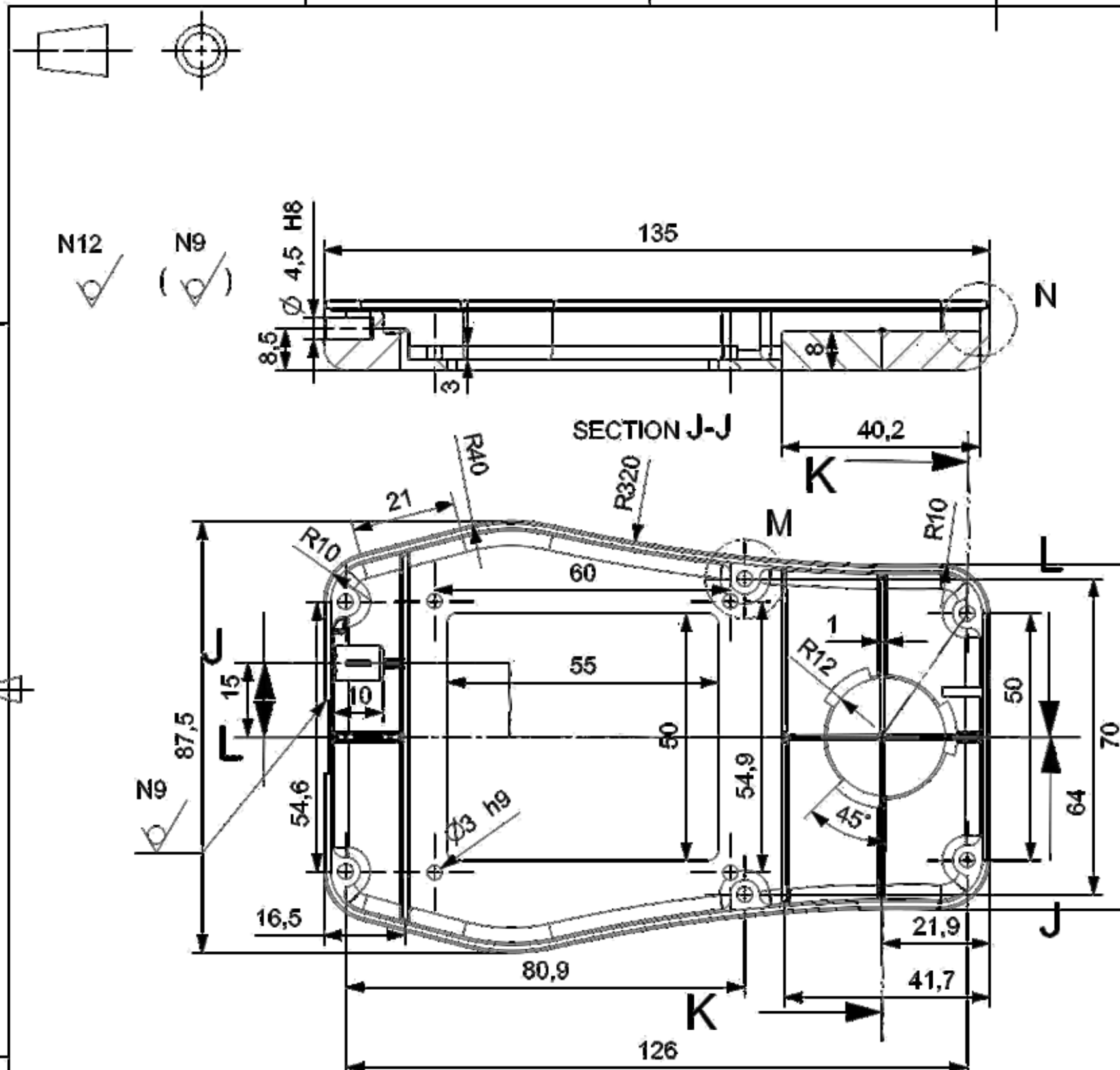
SHEET REV

A

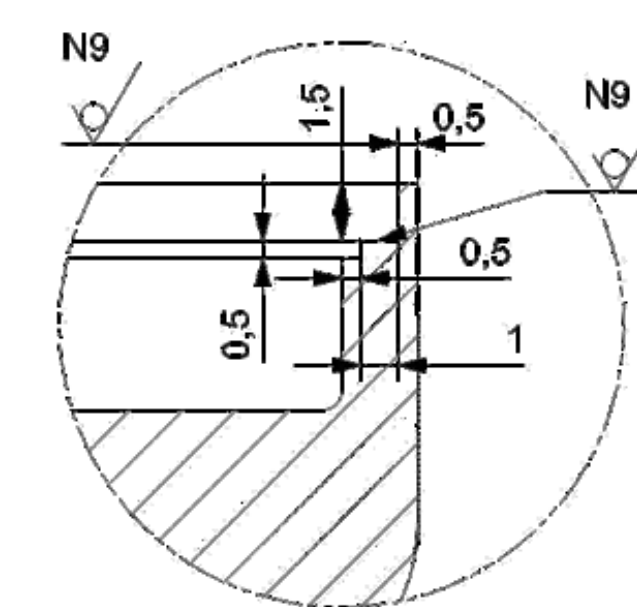
SCALE 1:1

SHEET 3 OF 10

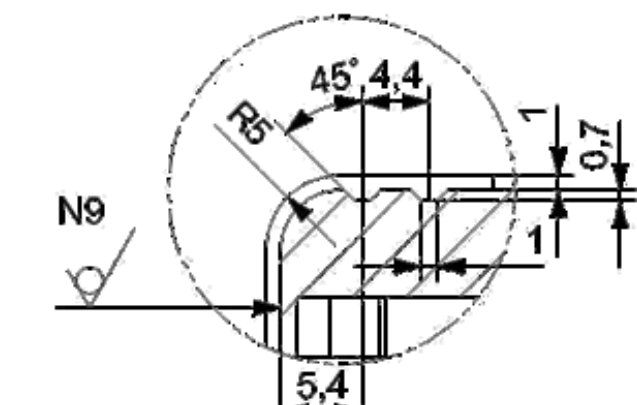
ALL DIMENSIONS IN mm



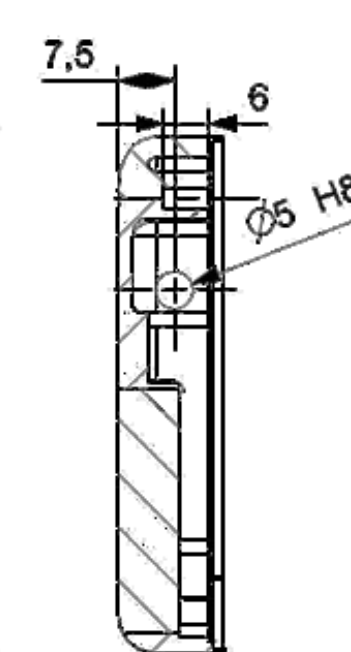
DETAIL M
SCALE 2:1



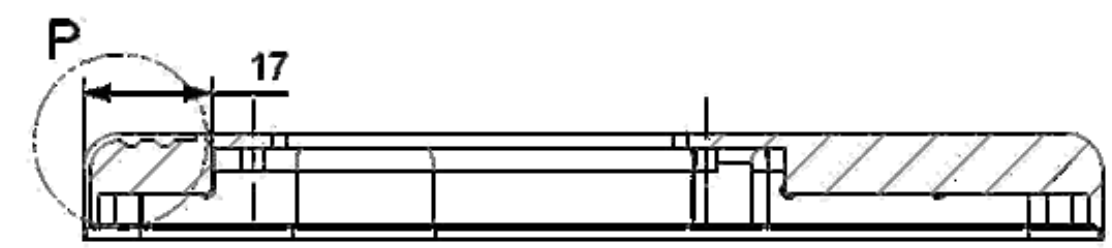
DETAIL N
SCALE 5:1



DETAIL P
SCALE 2:1



SECTION K-K

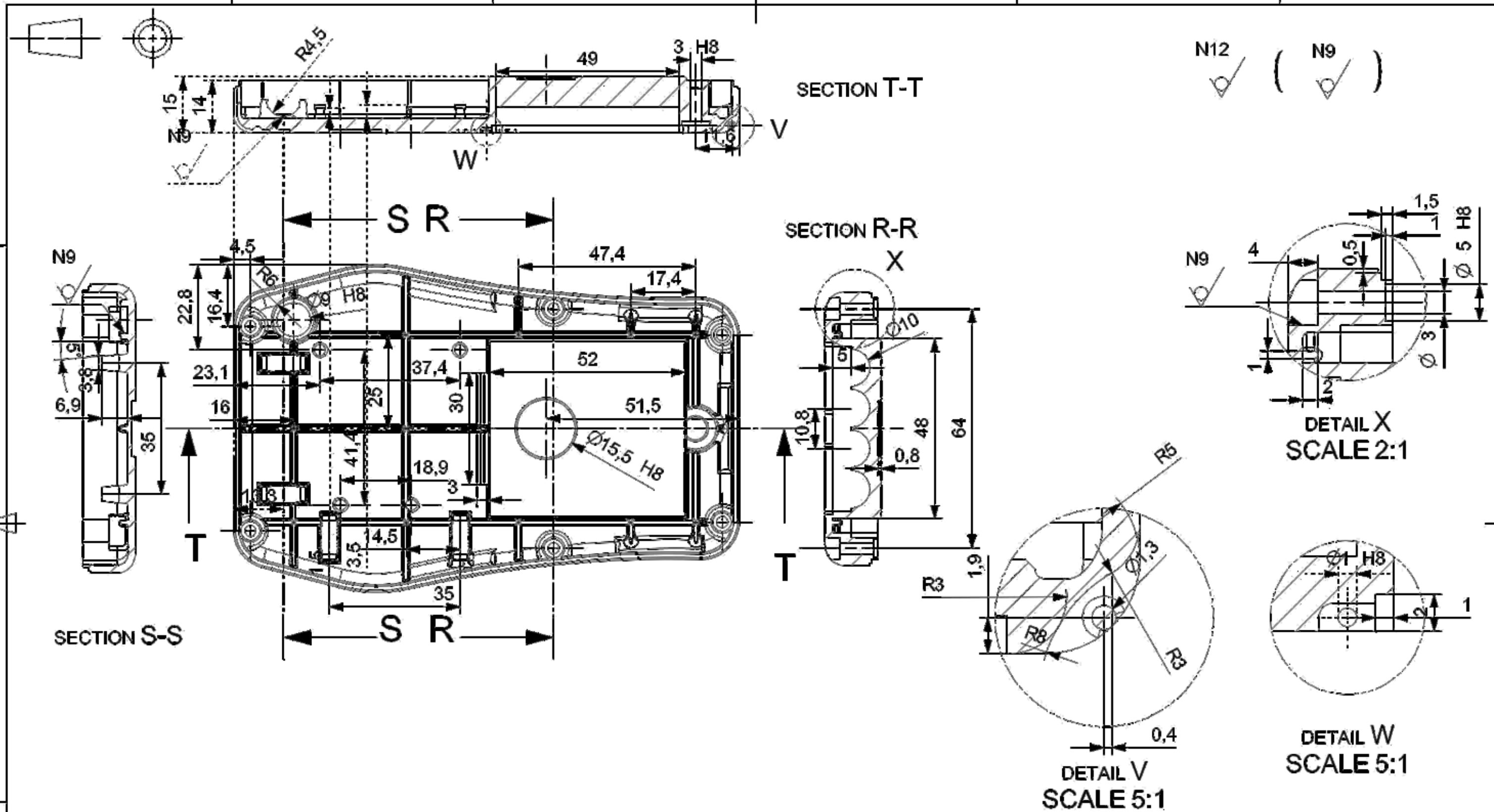


SECTION L-L

ALL DIMENSIONS IN mm

Arrodoniments d'1mm

SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE		
DRAWN BY		8. Carcassa Superior		
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	Conjunt Easy Explosionat	A
		SCALE 1:1	SHEET 5 OF 10	



N12 (N9)

SECTION T-T

SECTION R-R

SECTION S-S

DETAIL X
SCALE 2:1

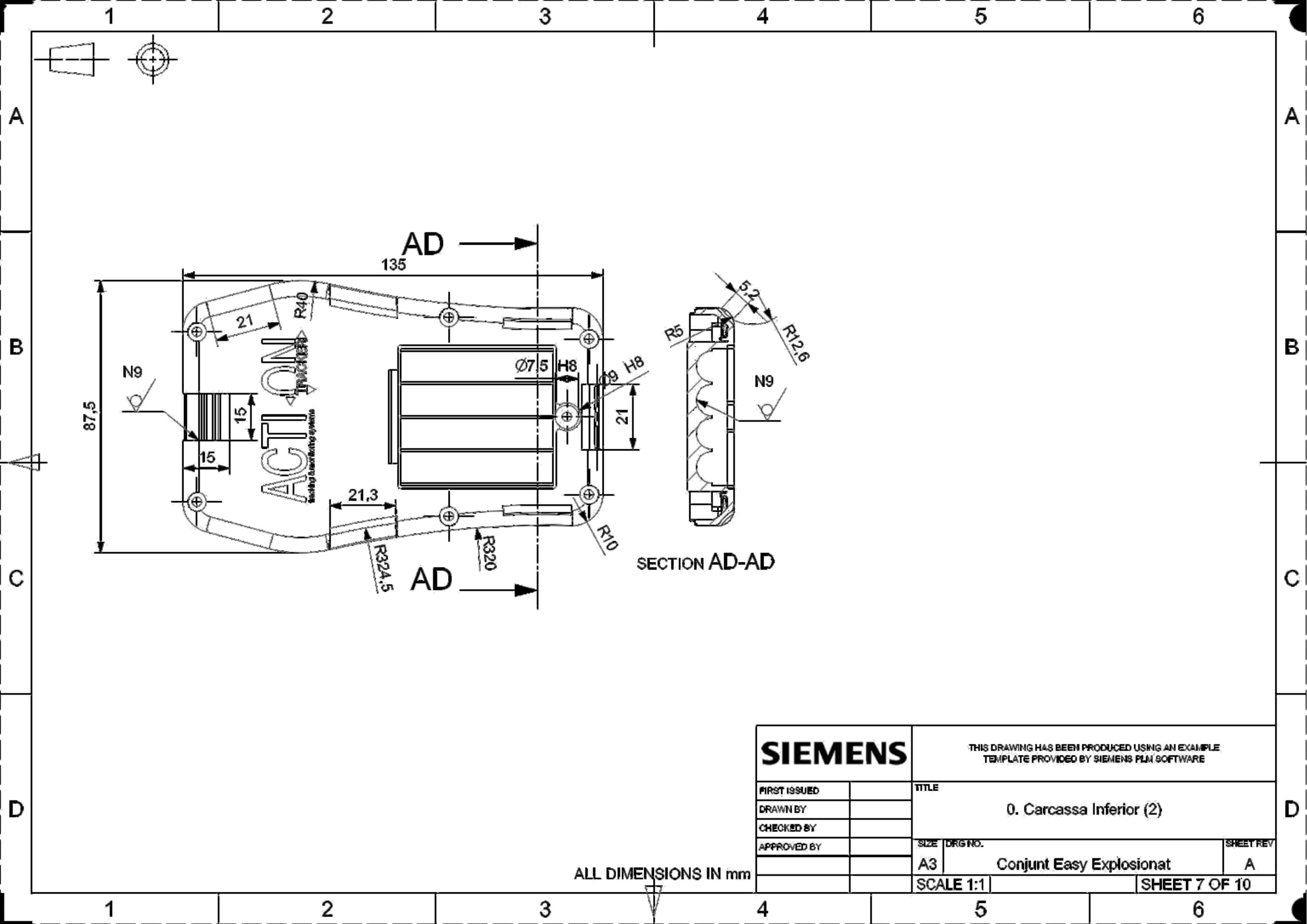
DETAIL V
SCALE 5:1

DETAIL W
SCALE 5:1

Arrodoniments d'1mm

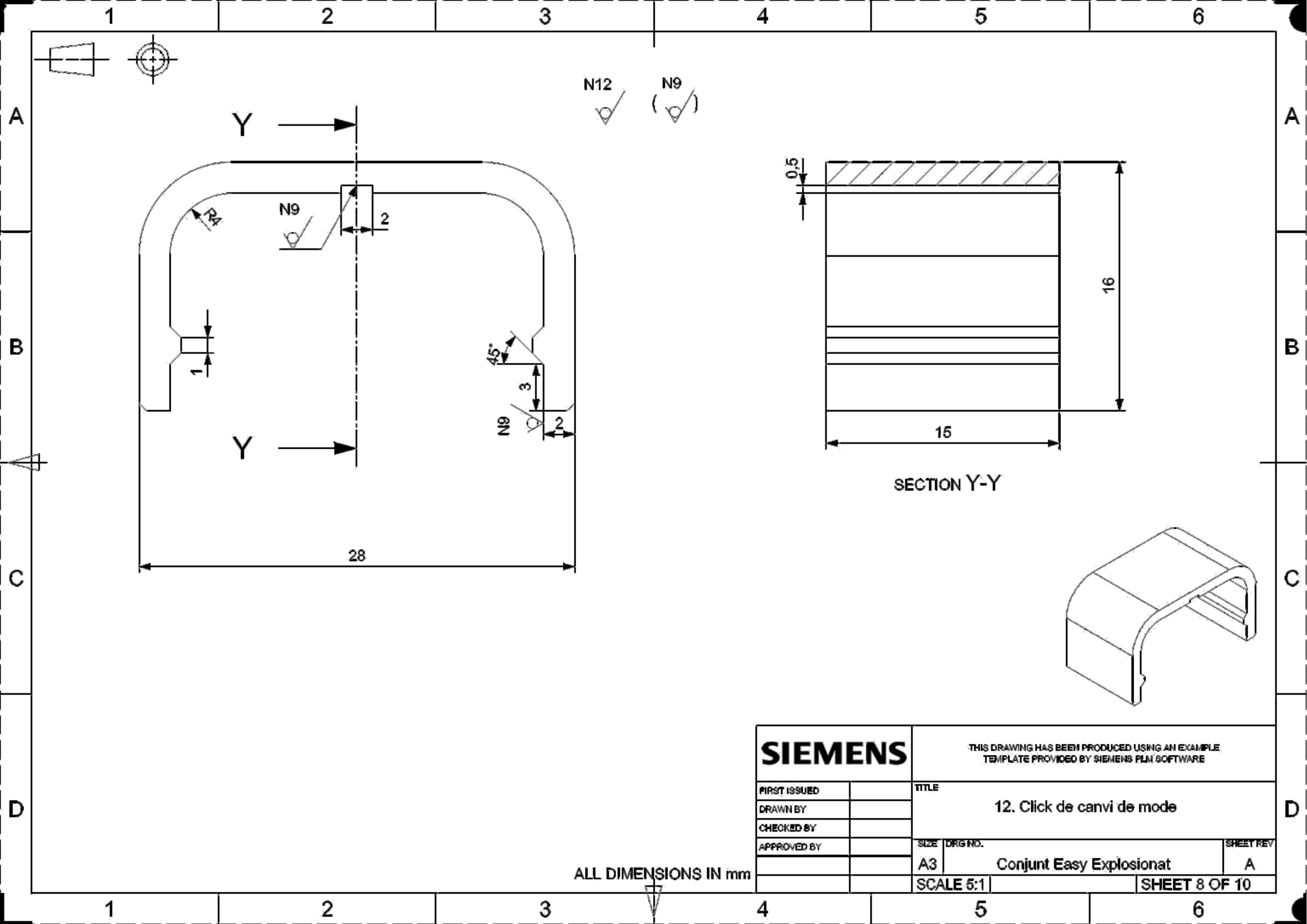
ALL DIMENSIONS IN mm

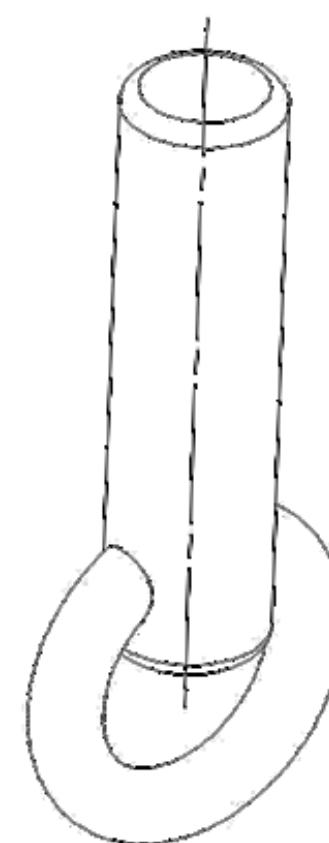
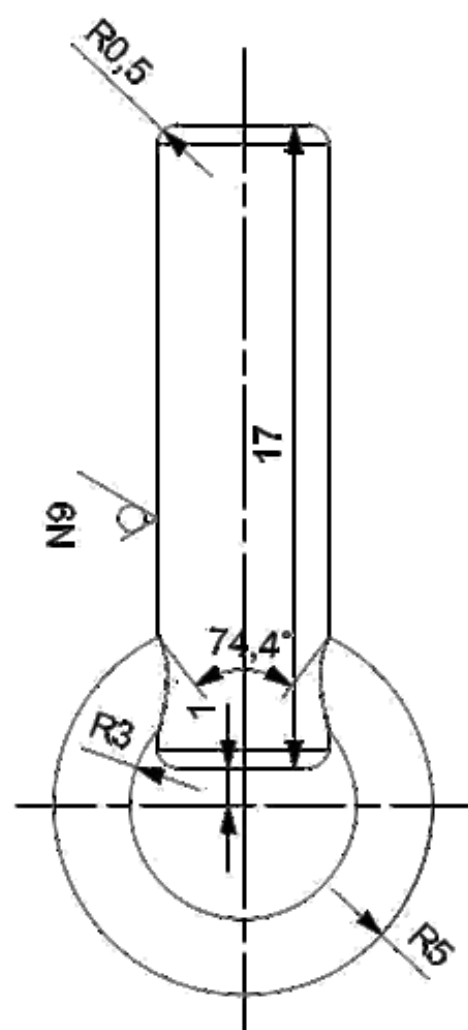
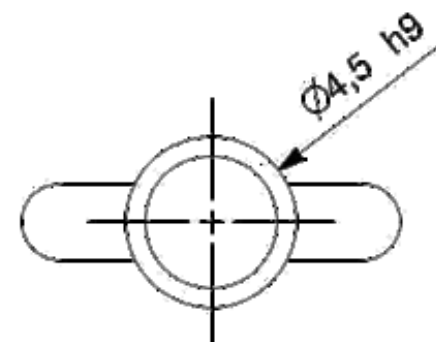
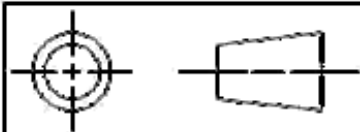
SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE 9. Carcassa Inferior		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY				
		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	Conjunt Easy Explosionat	A
		SCALE 1:1		SHEET 6 OF 10



SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE 0. Carcassa Inferior (2)		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	Conjunt Easy Explosionat	A
		SCALE 1:1	SHEET 7 OF 10	

ALL DIMENSIONS IN mm





N12

(N9)

SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

13. Barilla d'encès

SIZE DRG NO.

A3

Conjunt Easy Explosionat

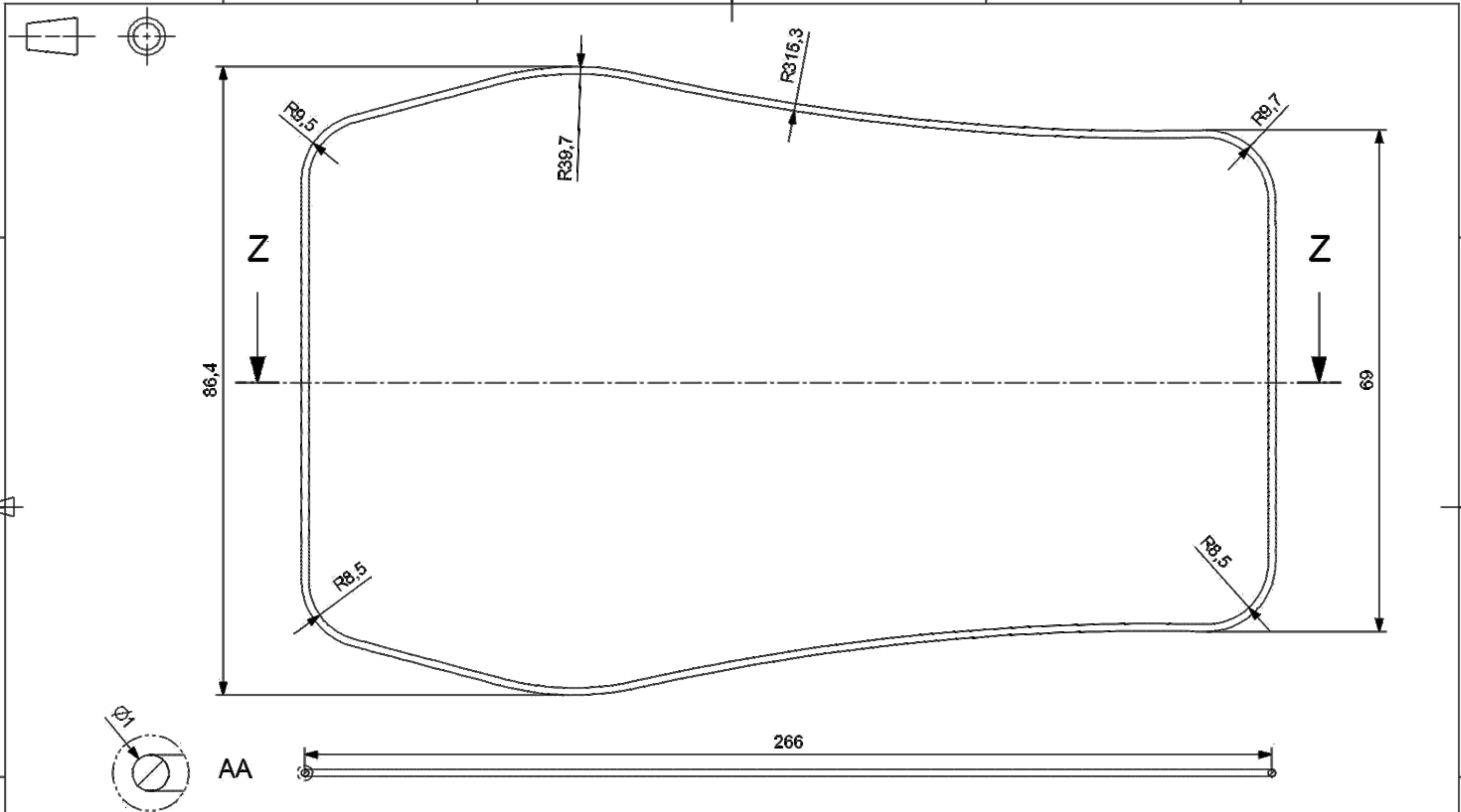
SHEET REV

A

SCALE 5:1

SHEET 9 OF 10

ALL DIMENSIONS IN mm



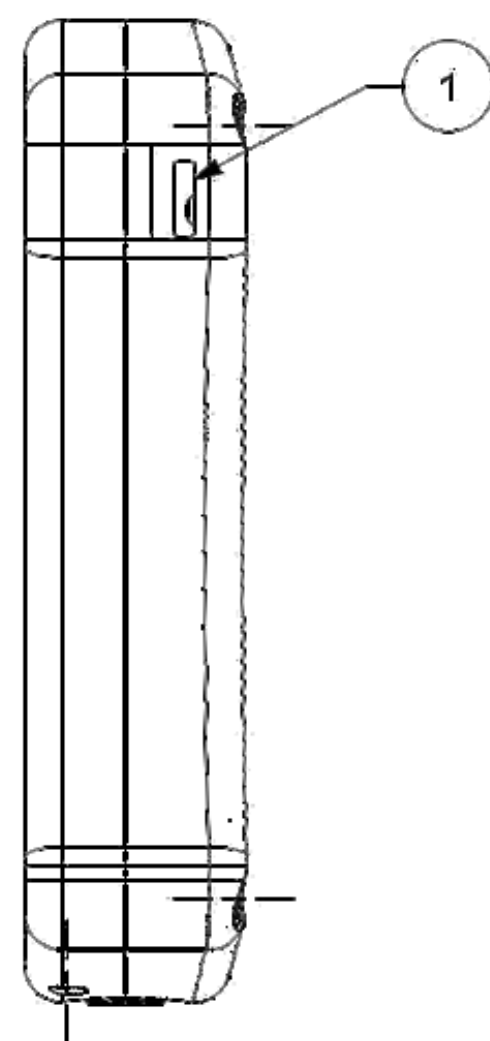
DETAIL AA
SCALE 10:1

SECTION Z-Z

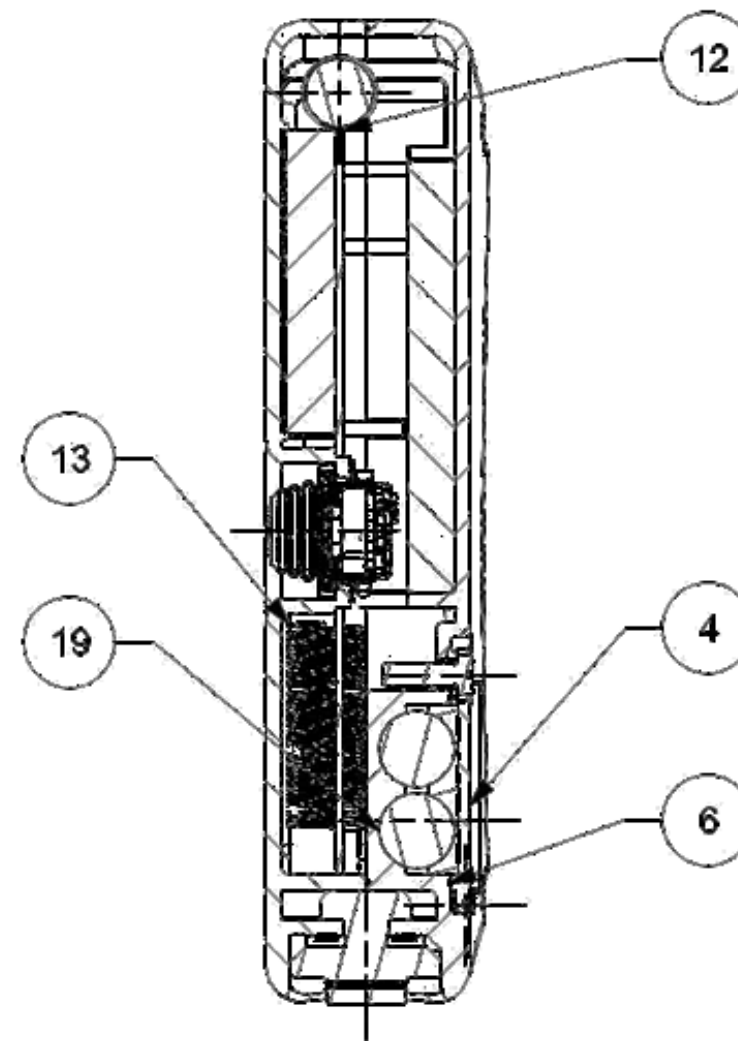
ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
		TITLE		
		16. Junta Tòrica		
		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
FIRST ISSUED		A3	Conjunt Easy Explosionat	A
DRAWN BY		SCALE 2:1		SHEET 10 OF 10
CHECKED BY				
APPROVED BY				

16.1.2.- ARVA TECH/PRO



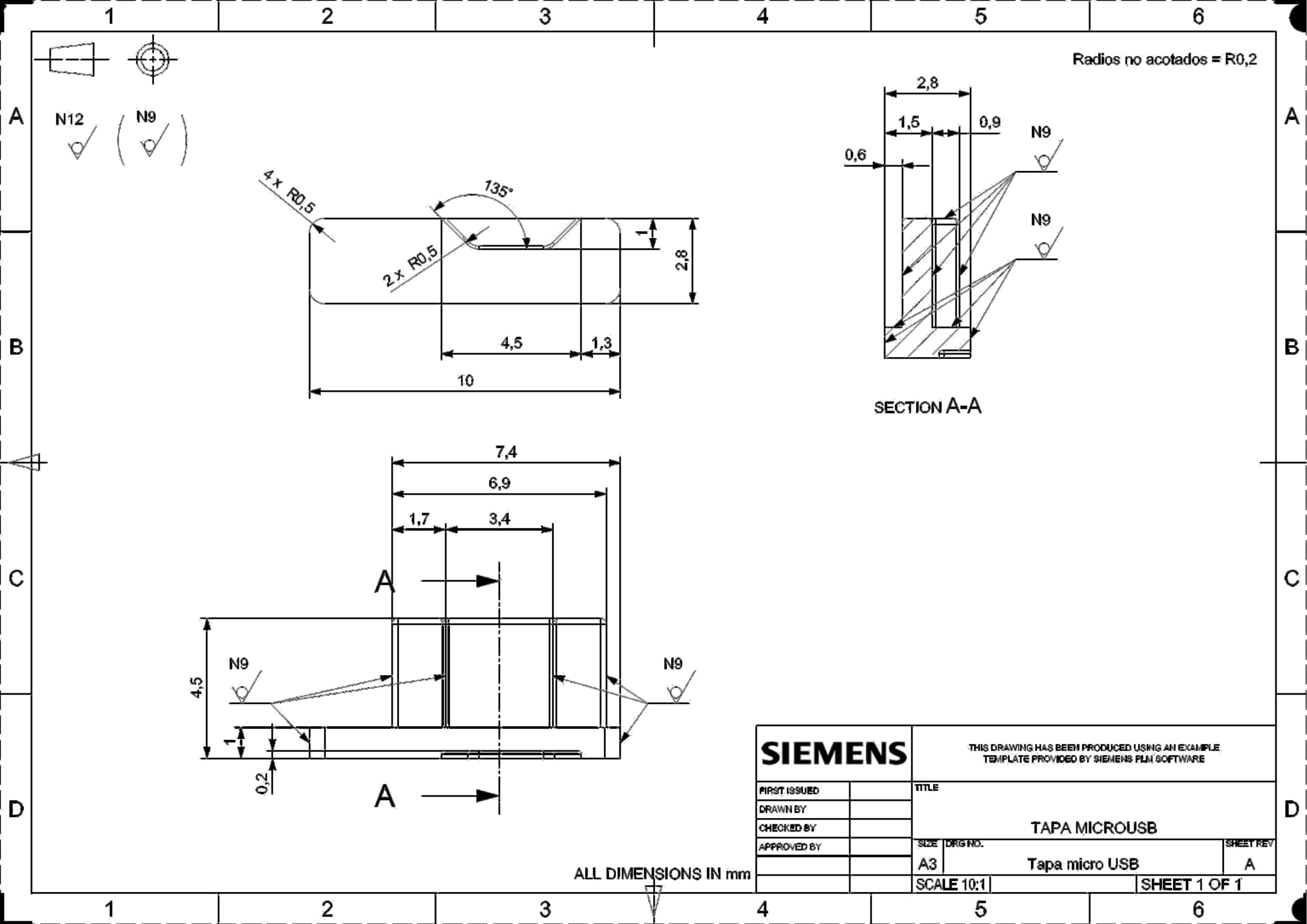
VIEW J

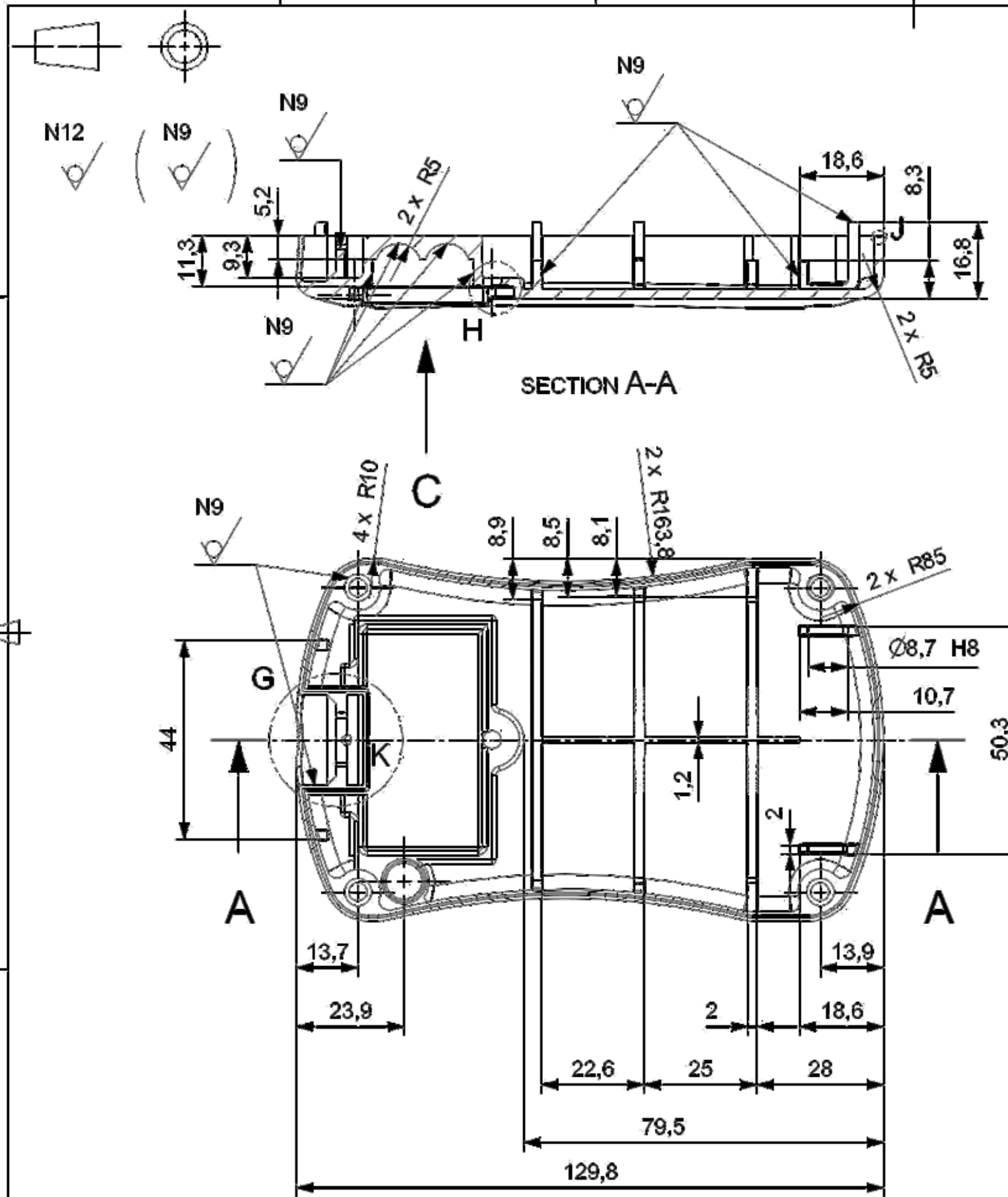


SECTION H-H

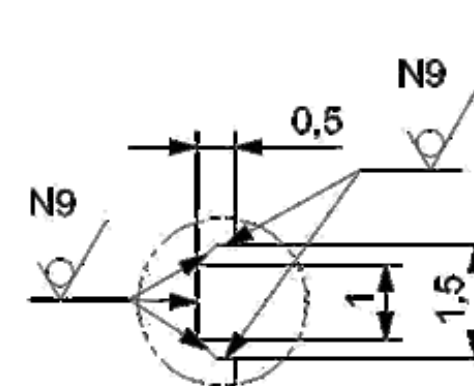
ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	0 CONJUNT	A
		SCALE 1:1	SHEET 2 OF 2	

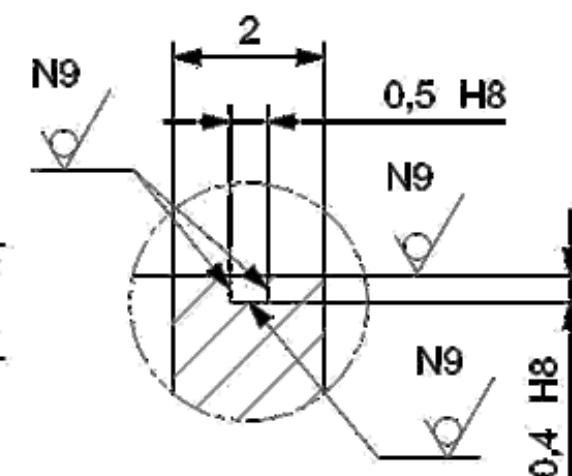




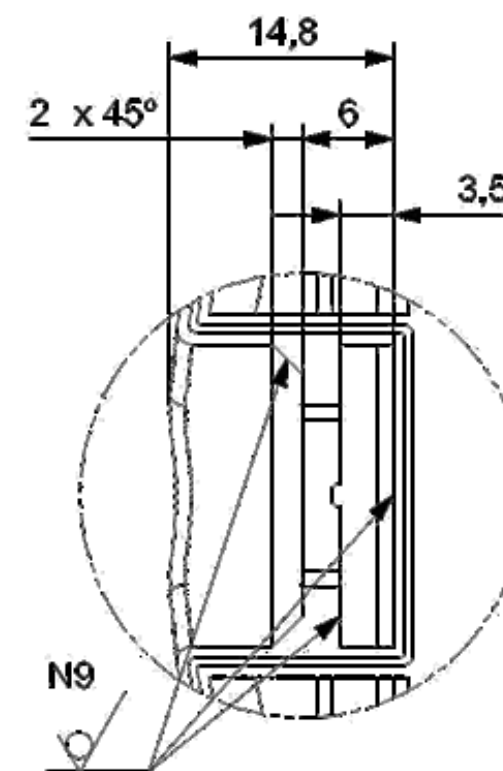
SECTION A-A



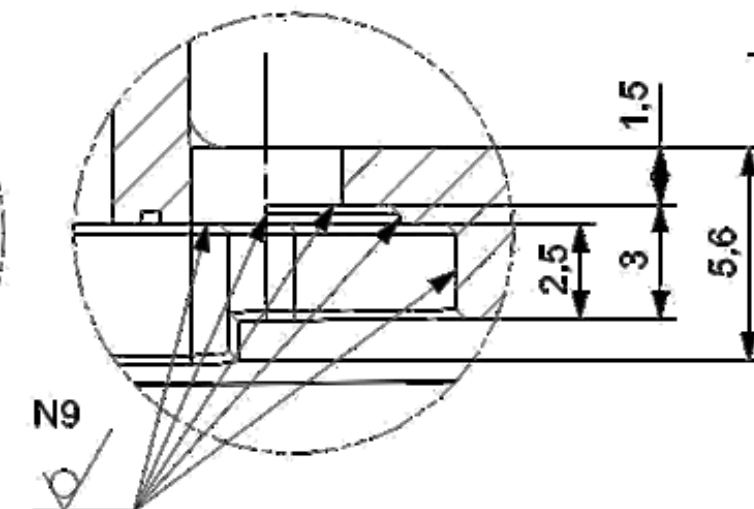
DETAIL K
SCALE 10:1



DETAIL J
SCALE 10:1



DETAIL G
SCALE 2:1



DETAIL H
SCALE 5:1

ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

CARCASSA INFERIOR

SIZE ORG. NO.

A3

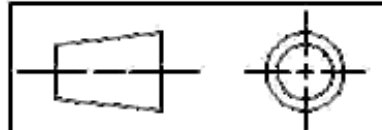
1 CARCASSA INFERIOR

SHEET REV

A

SCALE 1:1

SHEET 1 OF 4



N12

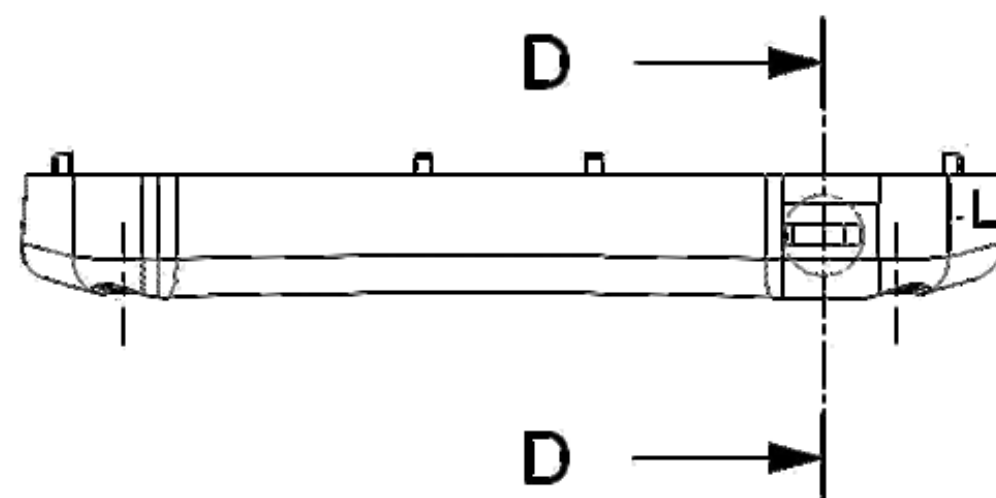


N9

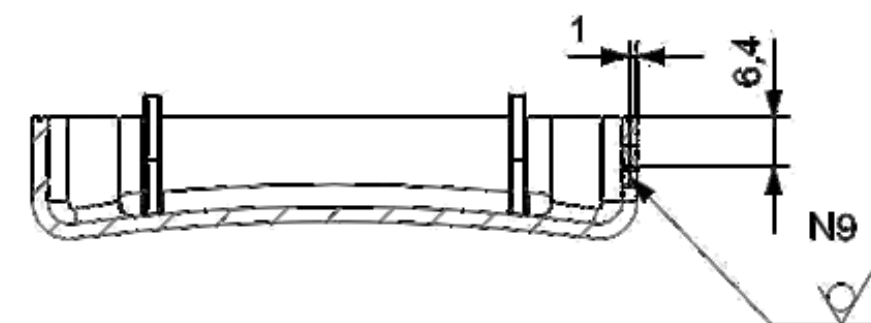


Chafilanes no acotados = $0,2 \times 45^\circ$

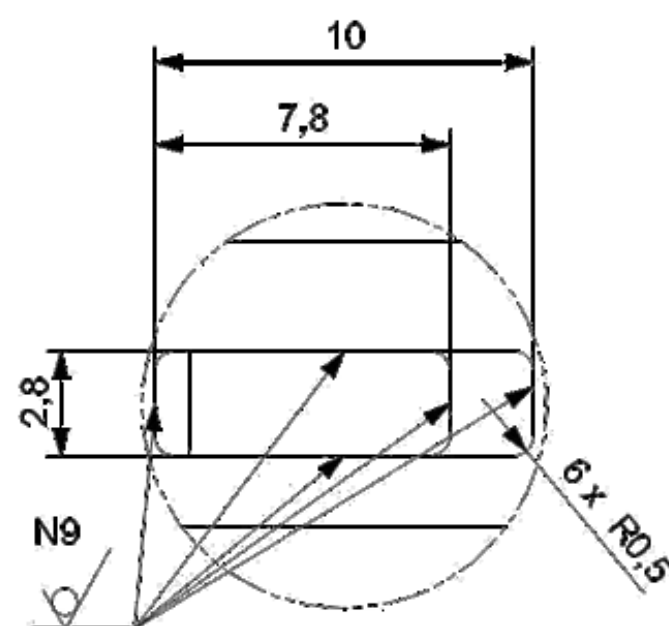
Radios no acotados = R1



VIEW E



SECTION D-D



DETAIL L
SCALE 5:1

ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

CARCASSA INFERIOR

SIZE DRG NO.

A3

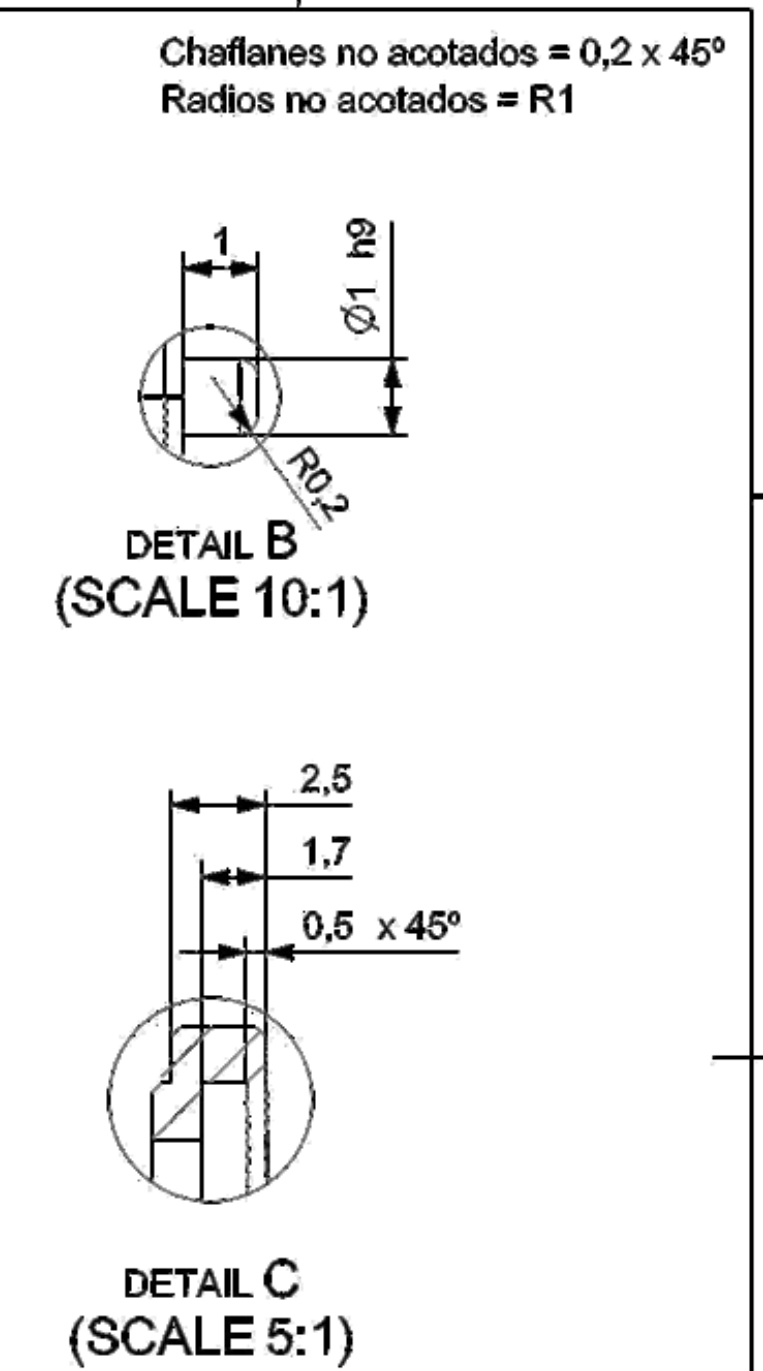
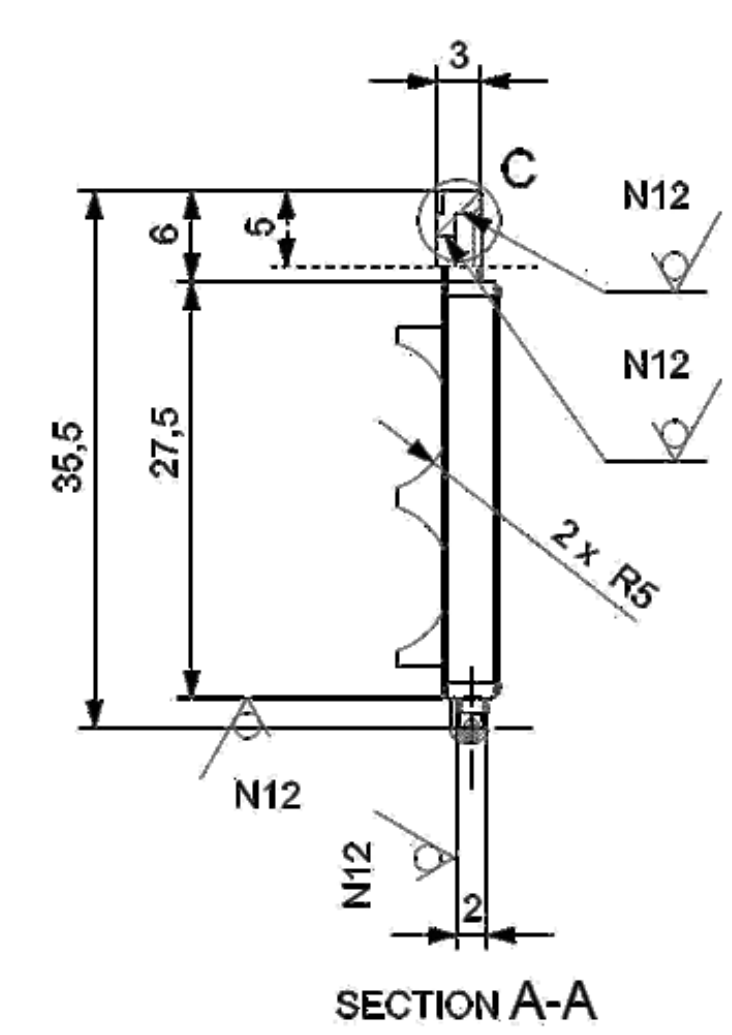
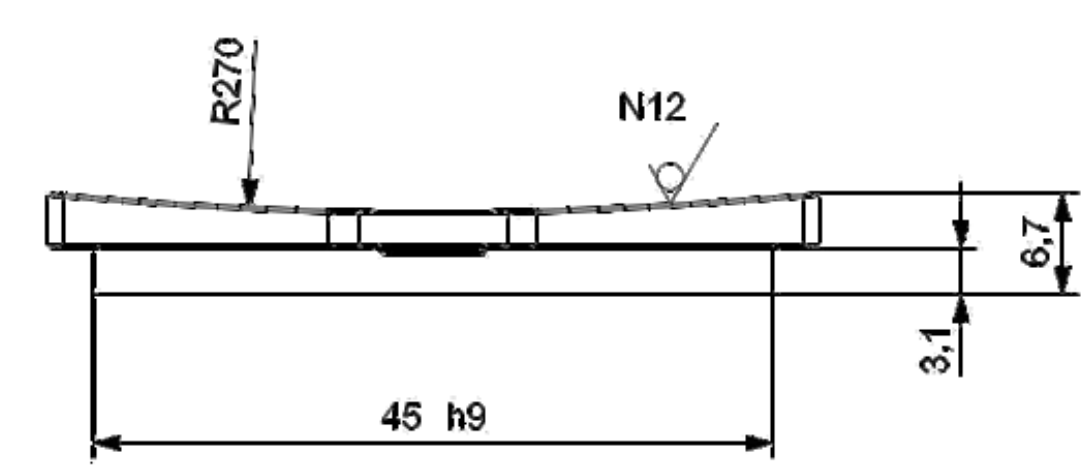
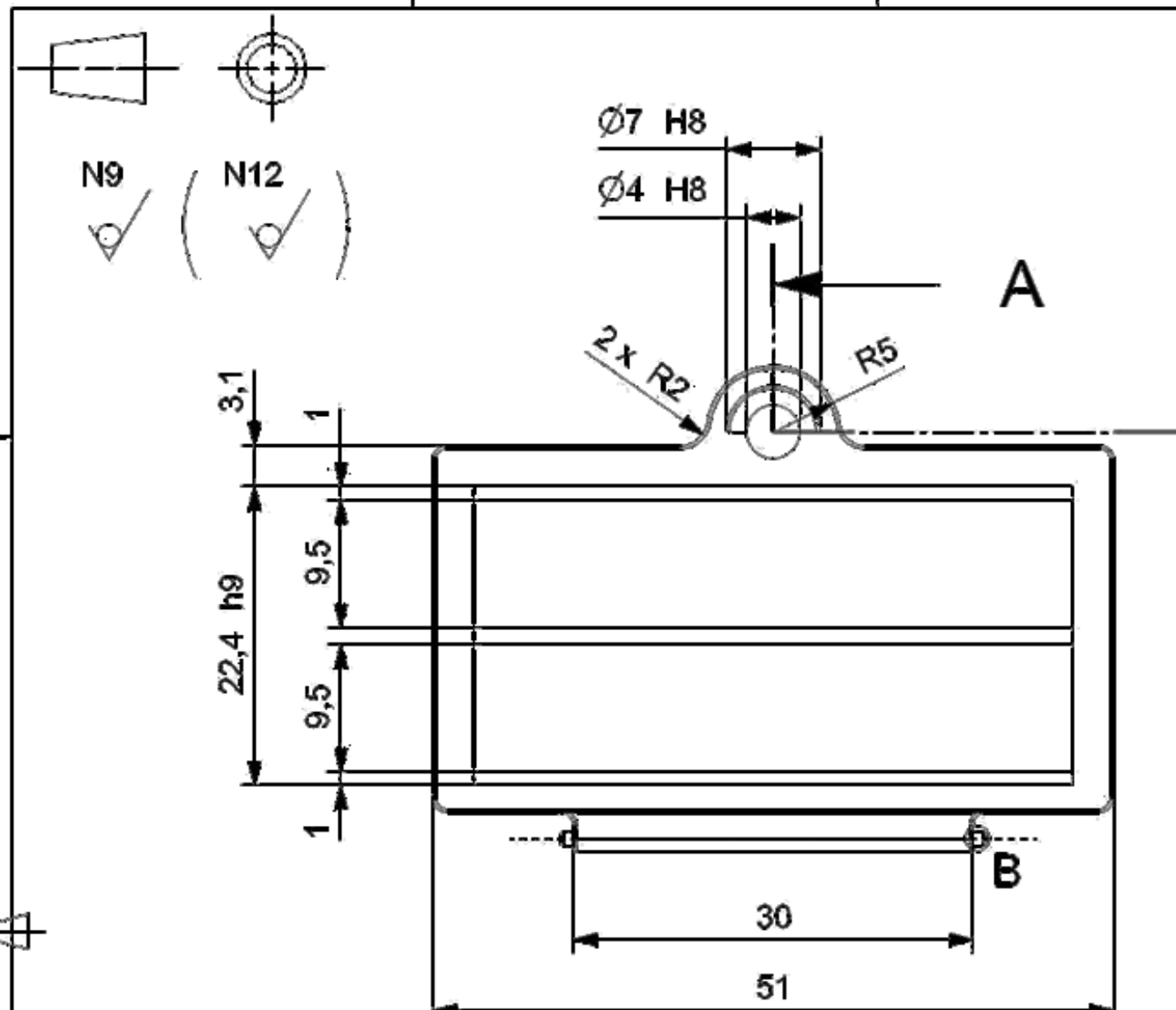
1 CARCASSA INFERIOR

SHEET REV

A

SCALE 1:1

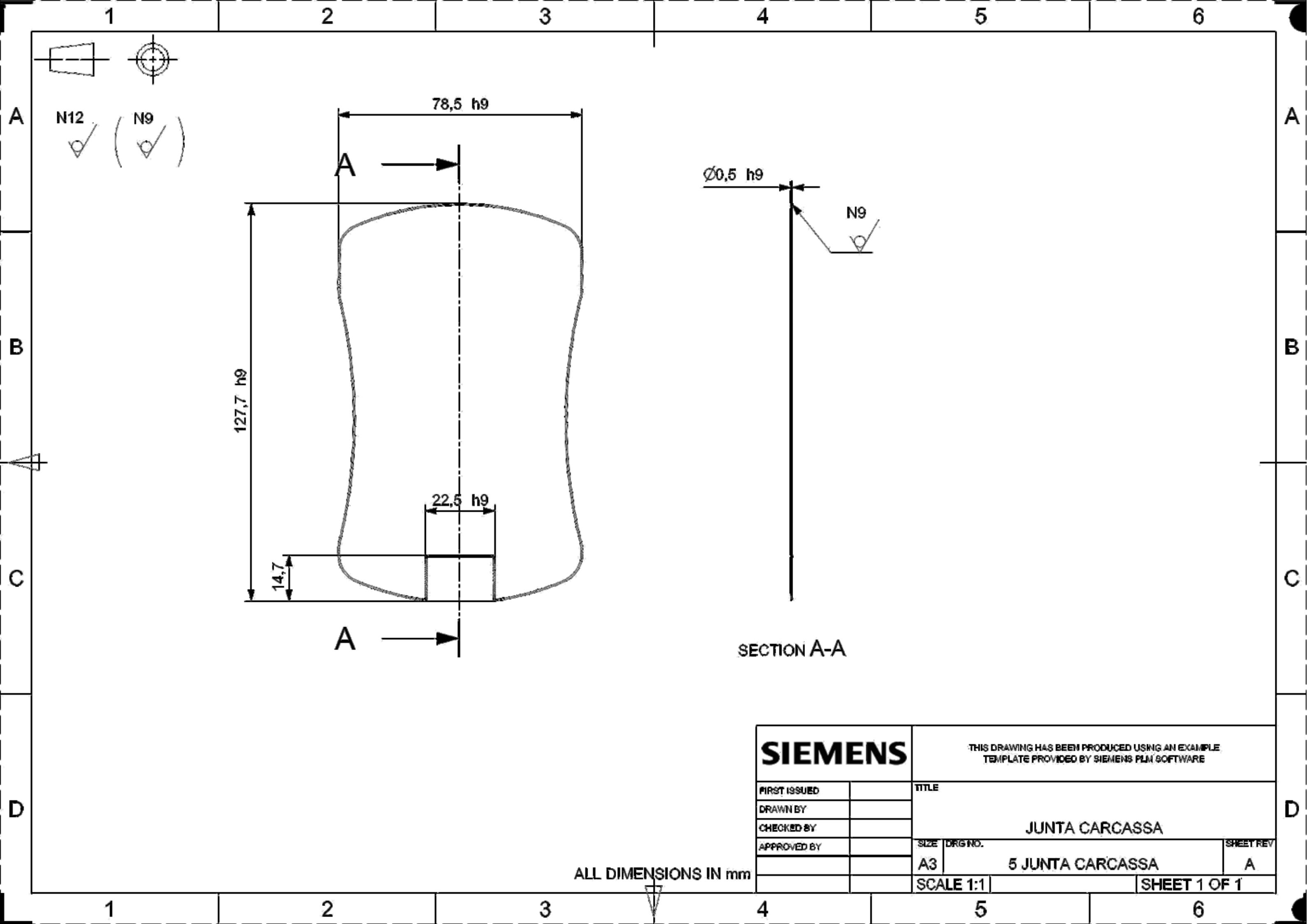
SHEET 3 OF 4



Chafilanes no acotados = 0,2 x 45°
Radios no acotados = R1

ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE TAPA COMPARTIMENT PILES		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY				
		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	TAPA COMPARTIMENT PILES	A
		SCALE 2:1		SHEET 1 OF 2



SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

JUNTA CARCASSA

SIZE

DRG NO.

SHEET REV

A3

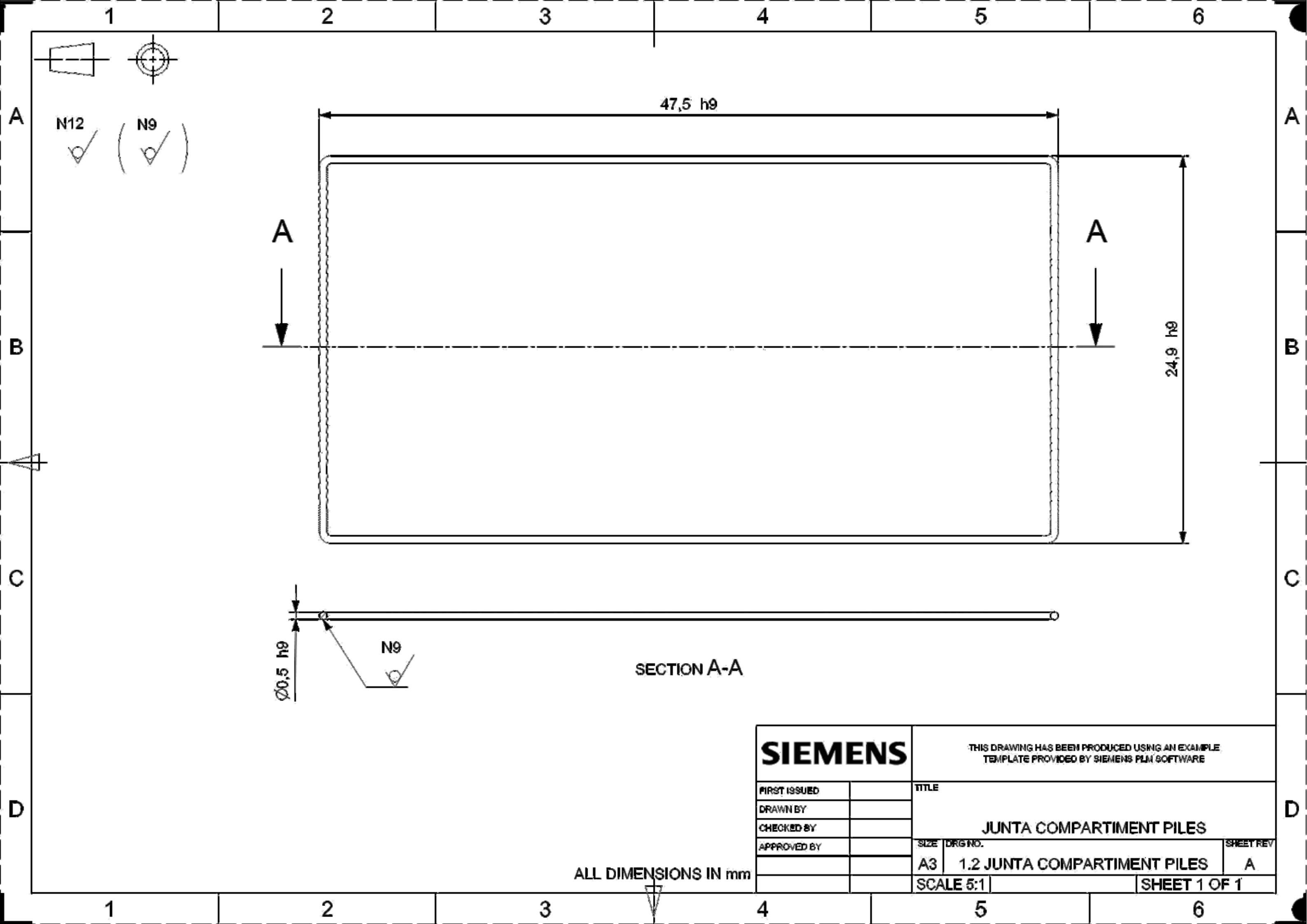
5 JUNTA CARCASSA

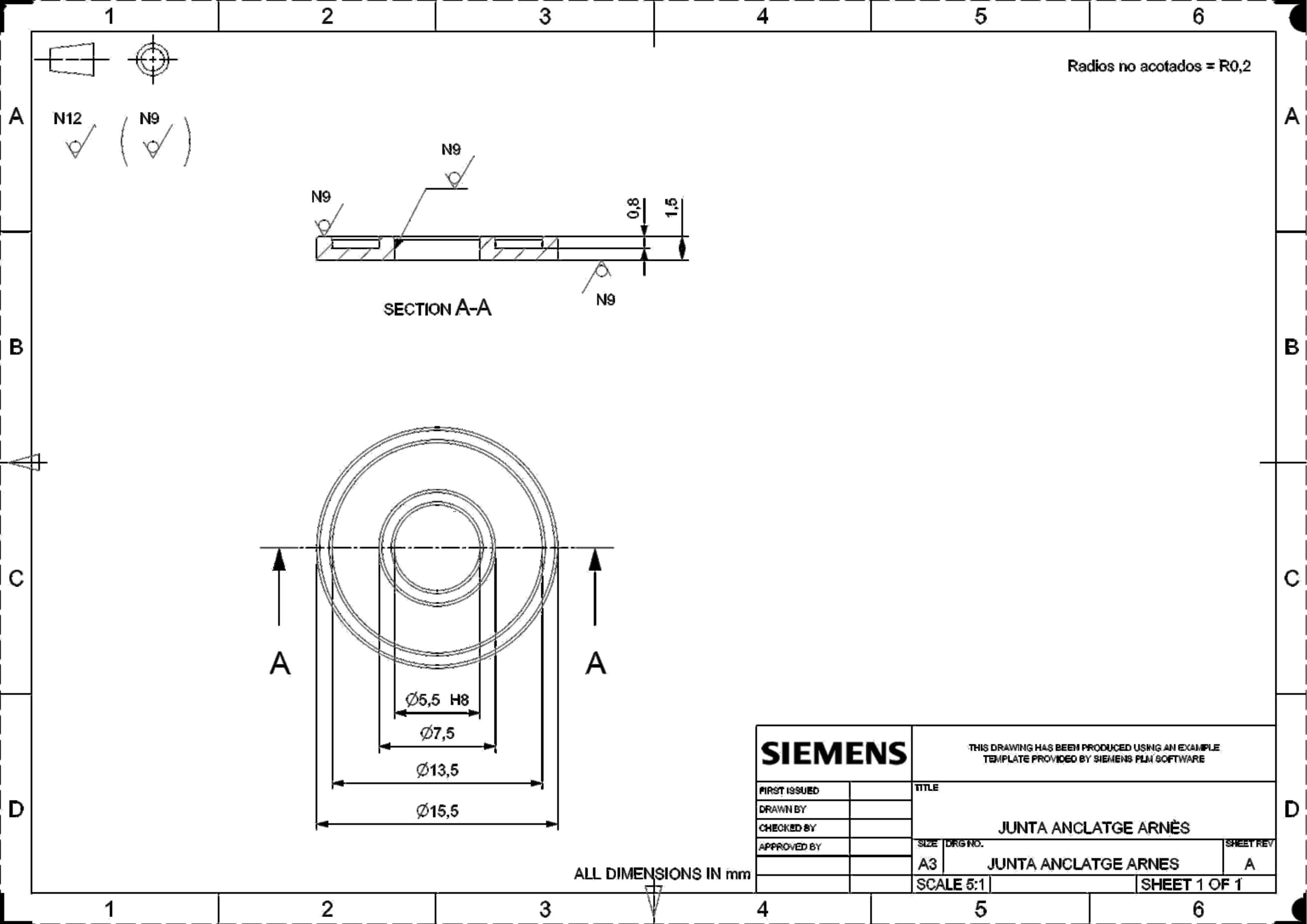
A

SCALE 1:1

SHEET 1 OF 1

ALL DIMENSIONS IN mm





Radios no acotados = R0,2

SECTION A-A

SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

JUNTA ANCLATGE ARNÈS

SIZE

DRG NO.

A3

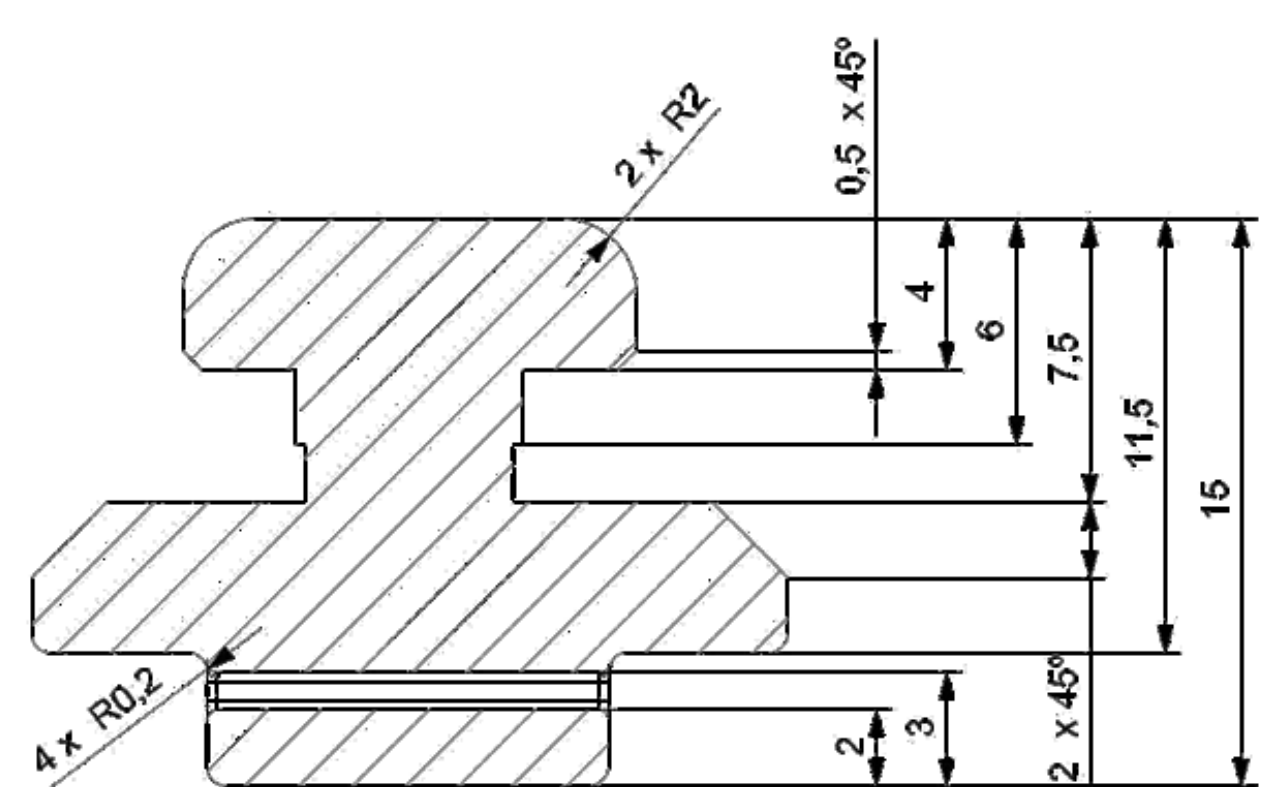
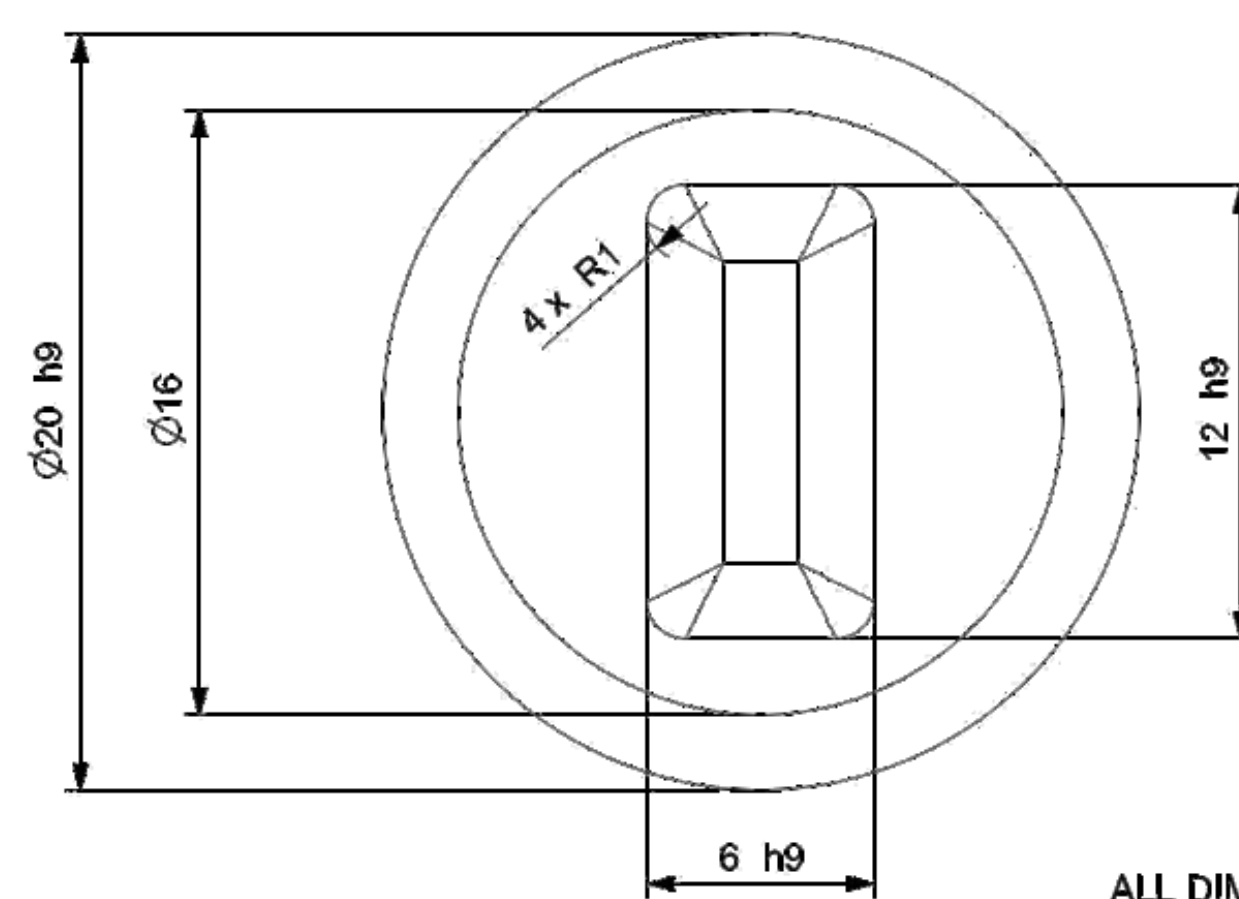
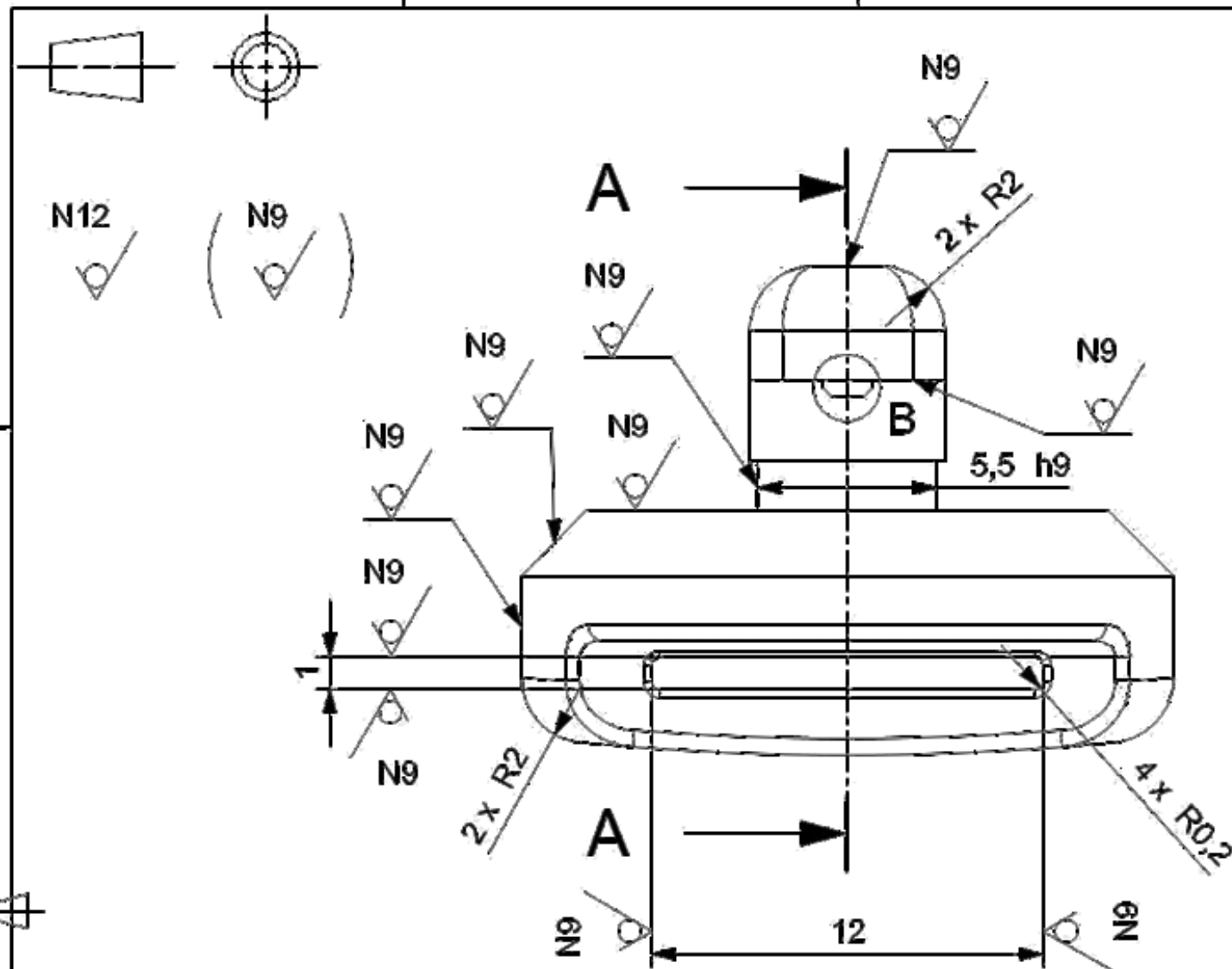
JUNTA ANCLATGE ARNES

SHEET REV

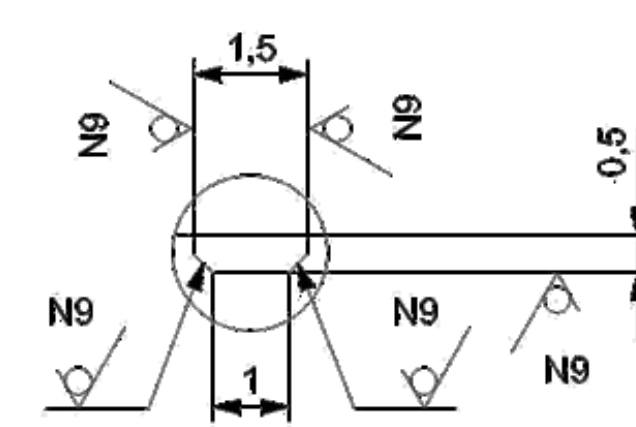
A

SCALE 5:1

SHEET 1 OF 1



SECTION A-A

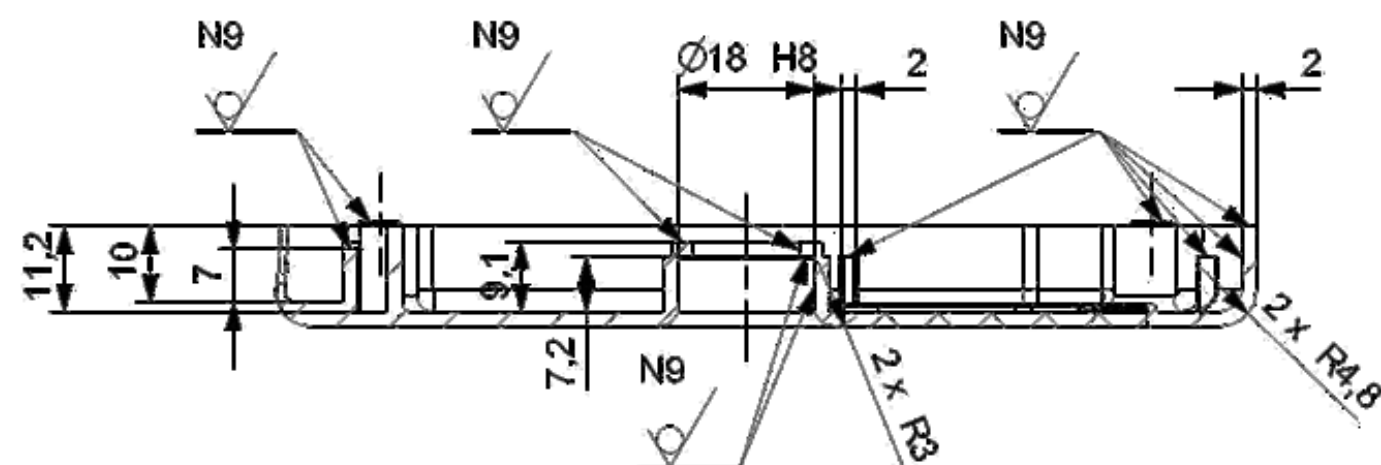
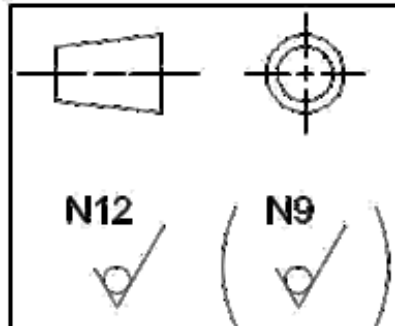


DETAIL B
SCALE 10:1

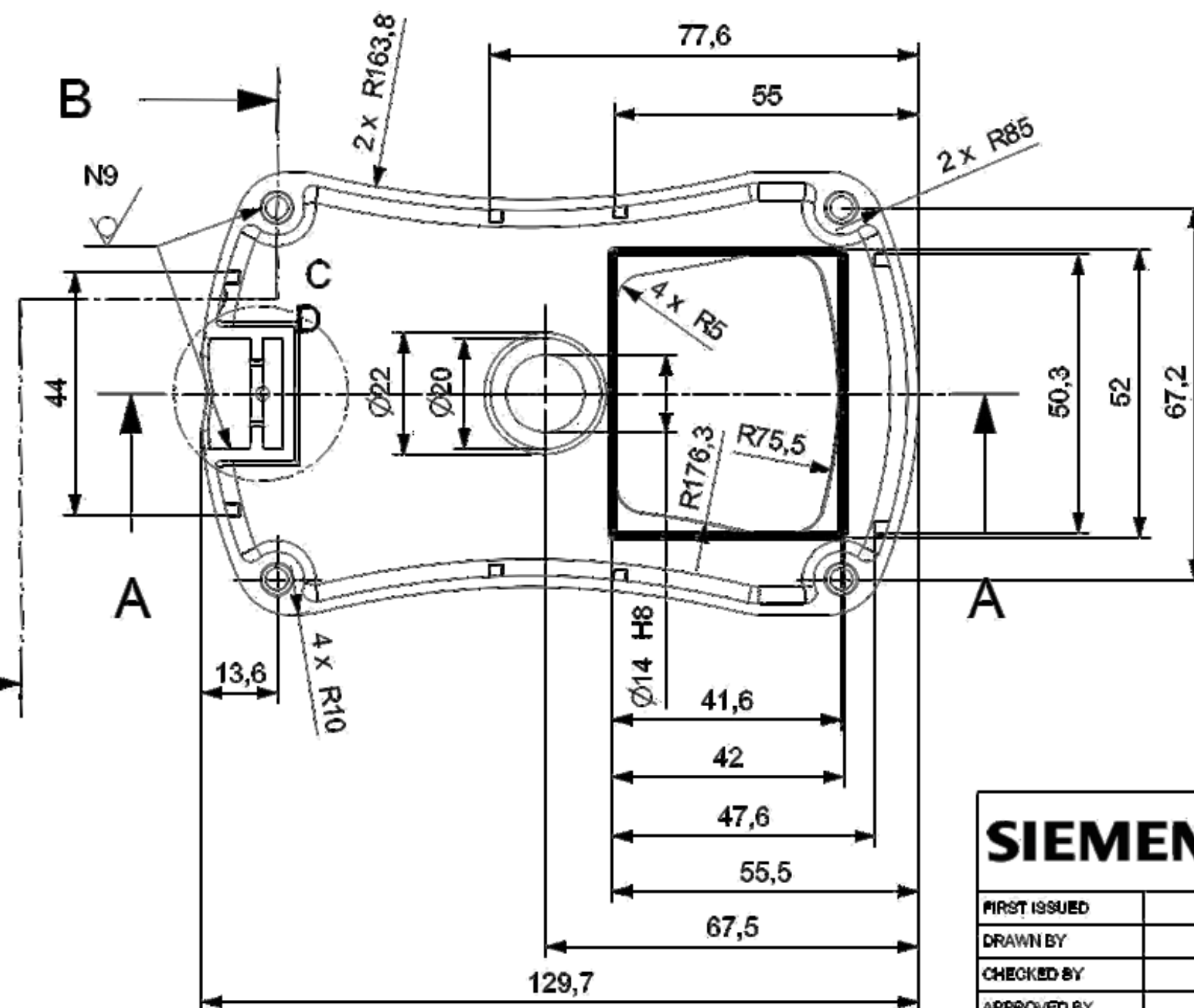
Chaffanes no acotados = 0,2 x 45°
Radios no acotados = R0,5

ALL DIMENSIONS IN mm

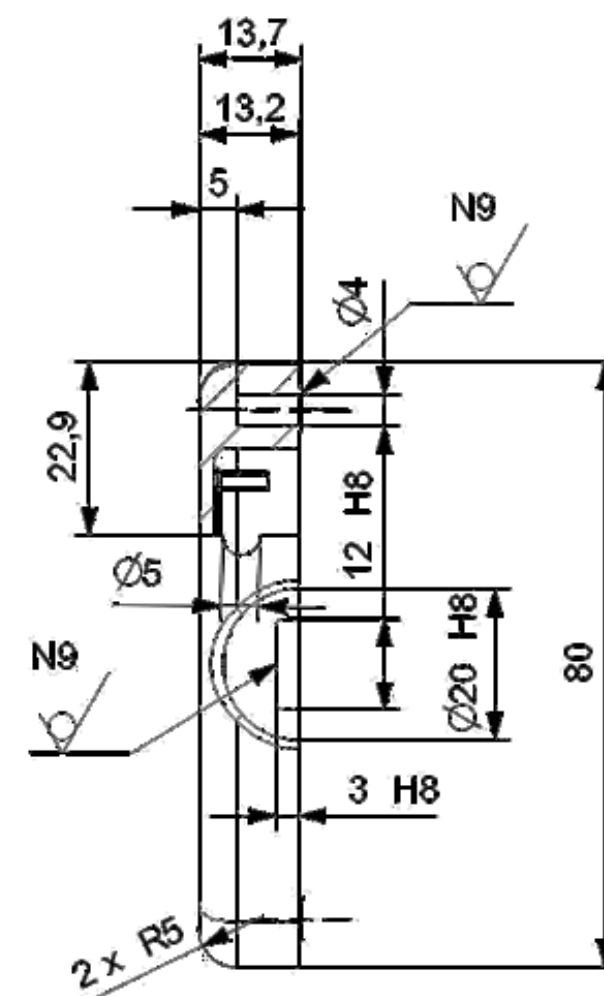
SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE		
DRAWN BY		CONNEXIÓ ARNÈS		
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	CONNEXIO ARNES	A
		SCALE 5:1	SHEET 1 OF 1	



SECTION A-A



Chafilanes no acotados = 0,2 x 45°
Radios no acotados = R1



SECTION B-B

SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

CARCASSA SUPERIOR

SIZE ORG. NO.

A3

2 CARCASSA SUPERIOR

SHEET REV

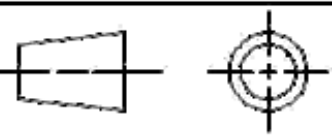
A

SCALE 1:1

SHEET 1 OF 3

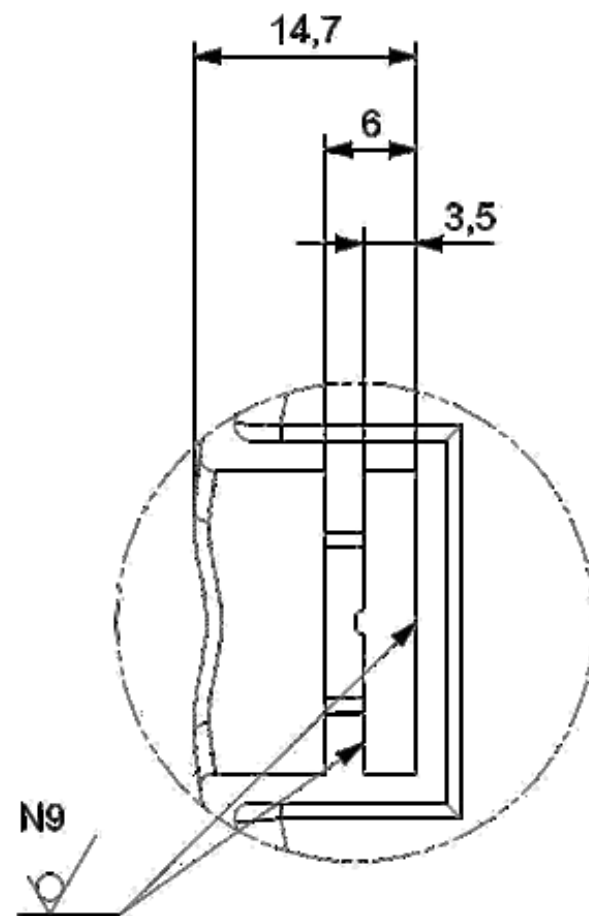
ALL DIMENSIONS IN mm

123456

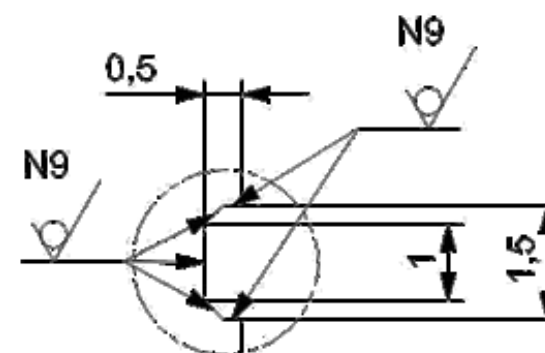


N12 (N9)

Chafilanes no acotados = 0,2 x 45°
Radios no acotados = R1



DETAIL C
SCALE 2:1



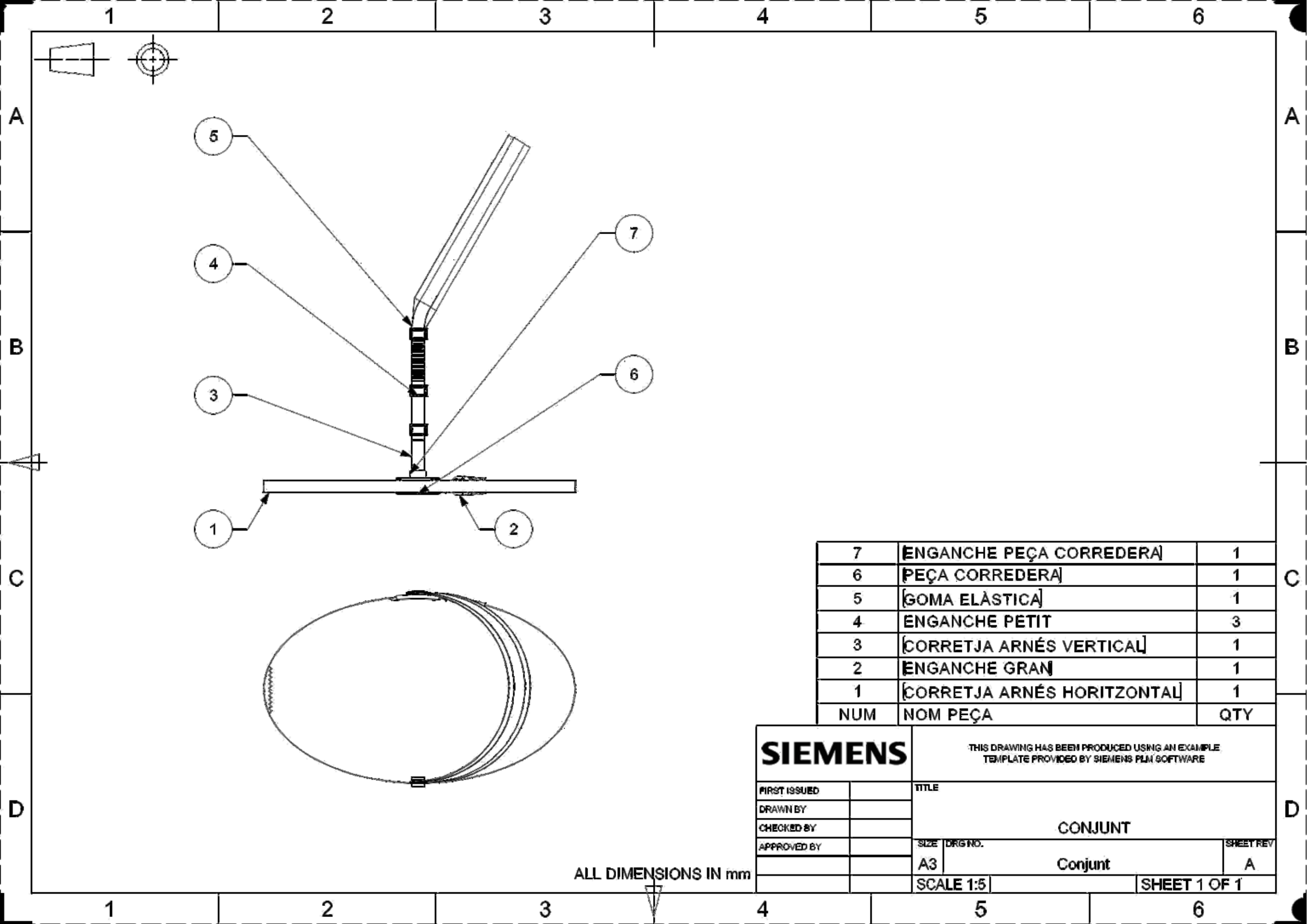
DETAIL D
SCALE 10:1

ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE CARCASSA SUPERIOR		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	2 CARCASSA SUPERIOR	A
		SCALE 1:1		SHEET 2 OF 3

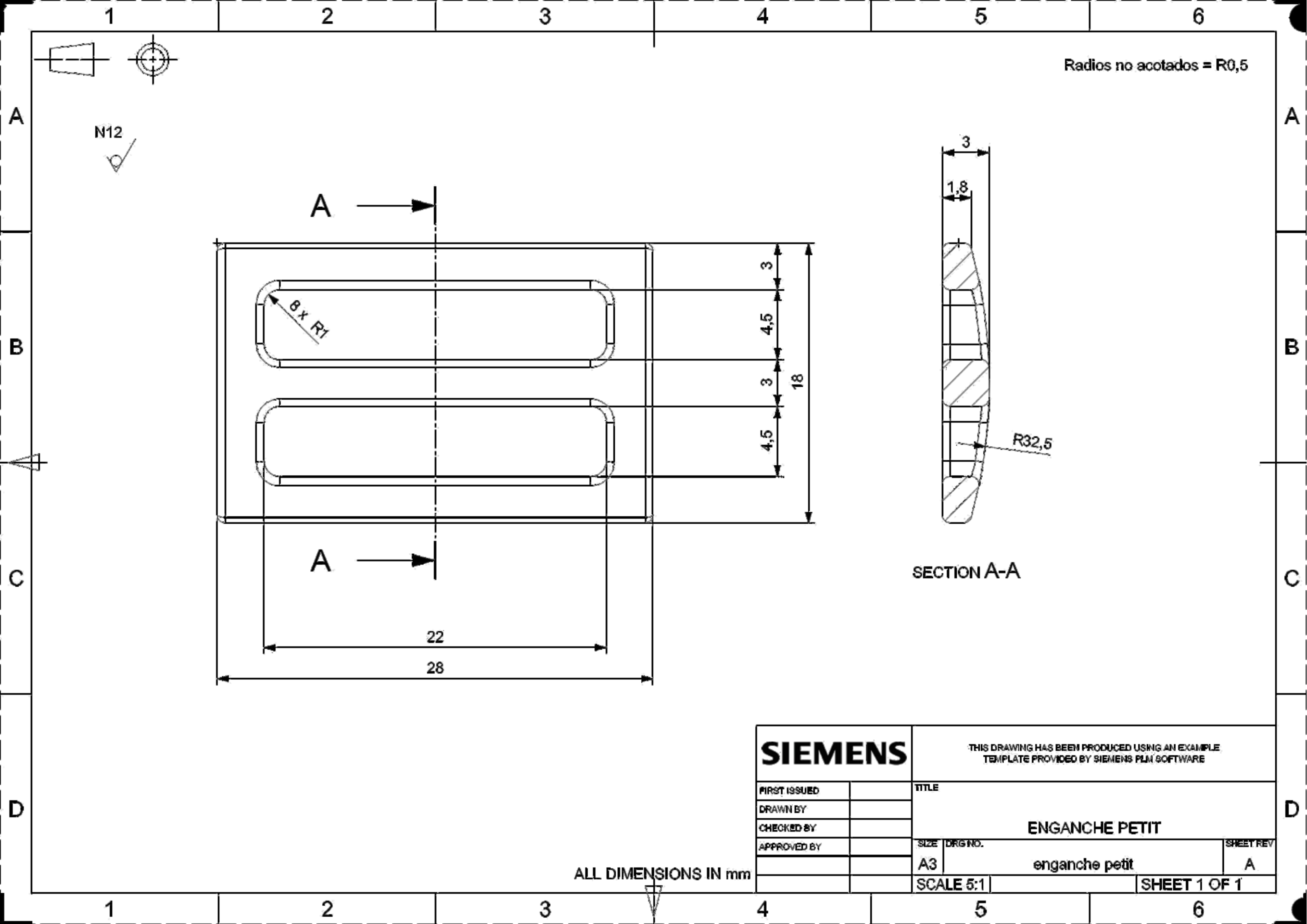
123456

16.1.3.-ARNÉS



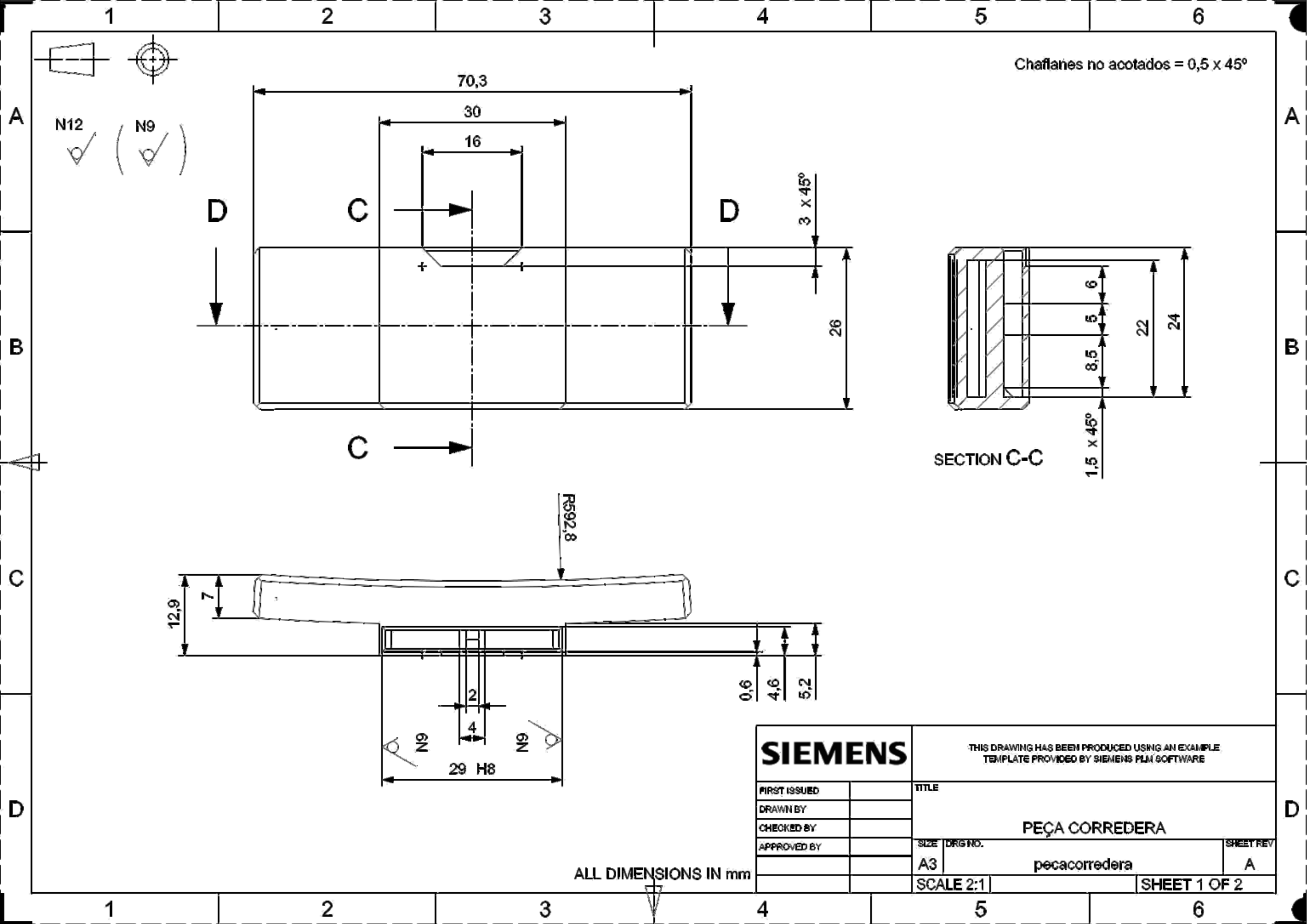
SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	Conjunt	A
		SCALE 1:5	SHEET 1 OF 1	

ALL DIMENSIONS IN mm



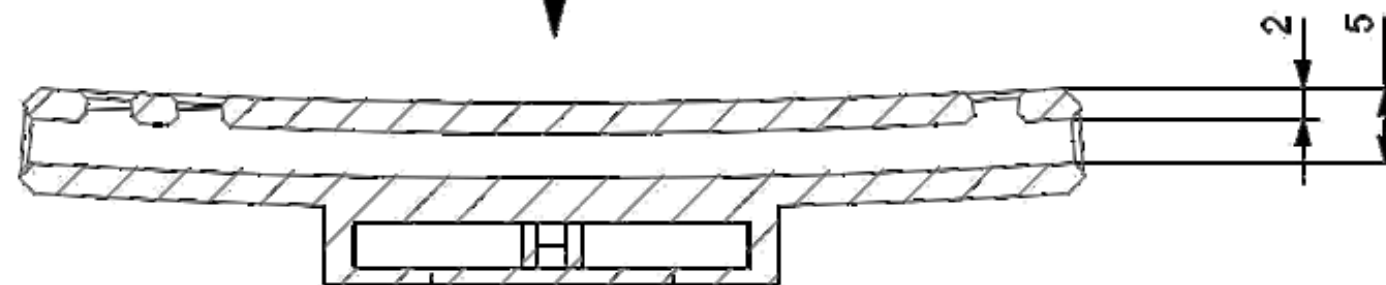
SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE ENGANCHE PETIT		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	enganche petit	A
		SCALE 5:1	SHEET 1 OF 1	

ALL DIMENSIONS IN mm

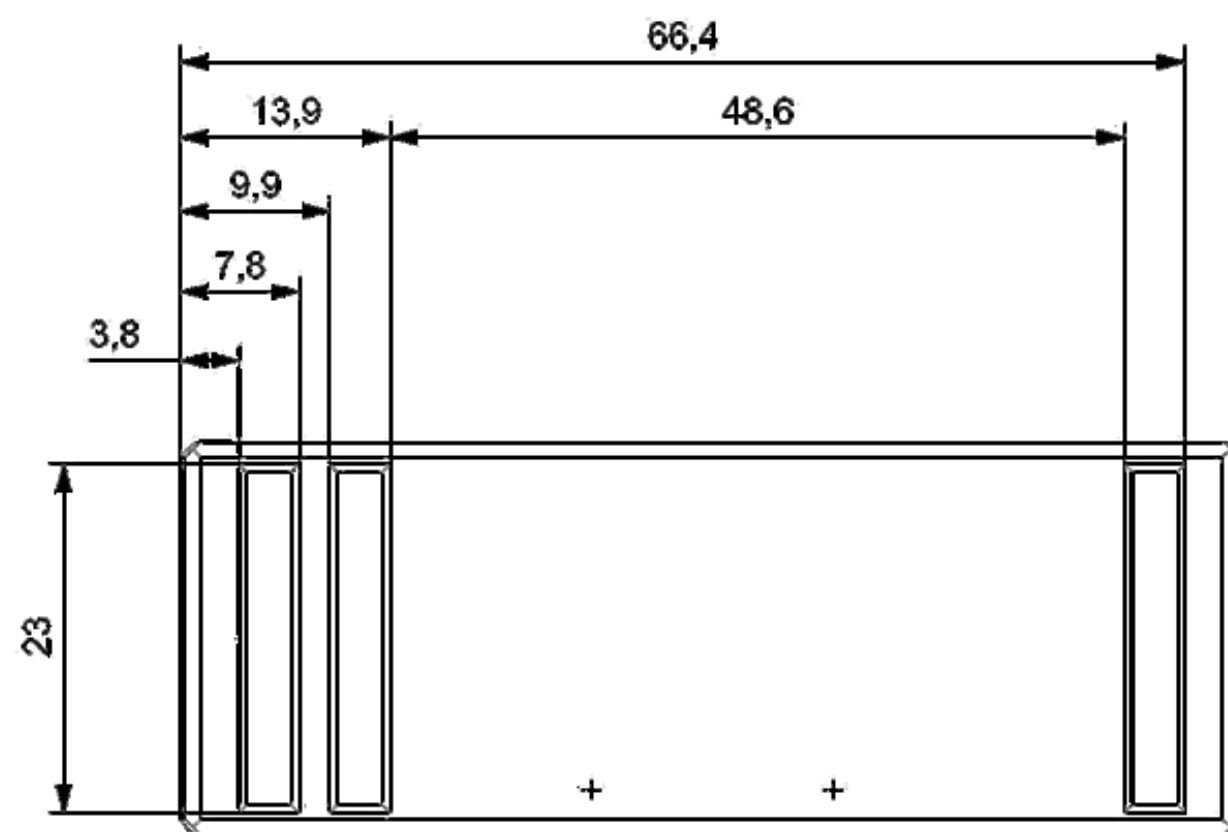


Chaflanes no acotados = 0,5 x 45°

E



SECTION D-D



VIEW E

ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS

THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE
TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE

FIRST ISSUED

DRAWN BY

CHECKED BY

APPROVED BY

TITLE

PEÇA CORREDEIRA

SIZE DRG NO.

A3

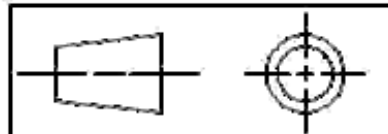
pecacorredera

SHEET REV

A

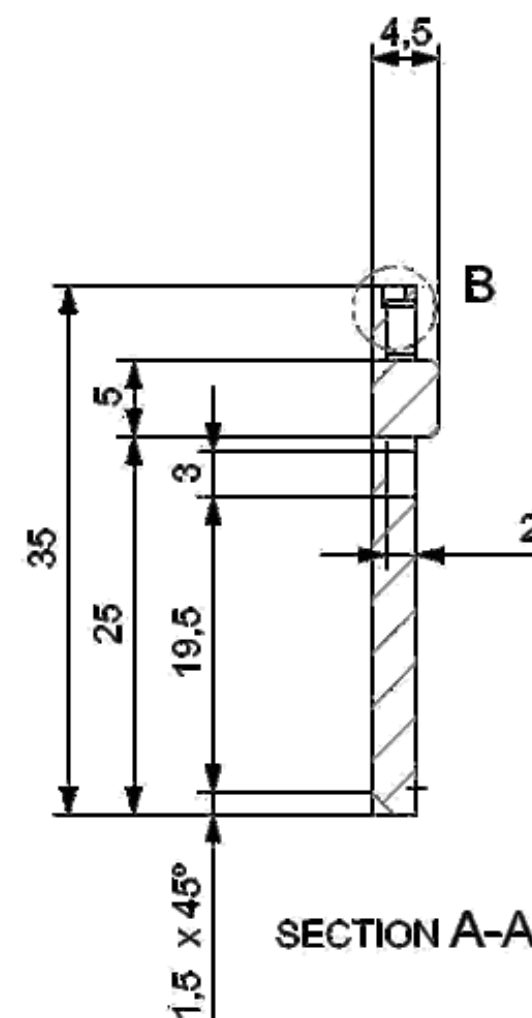
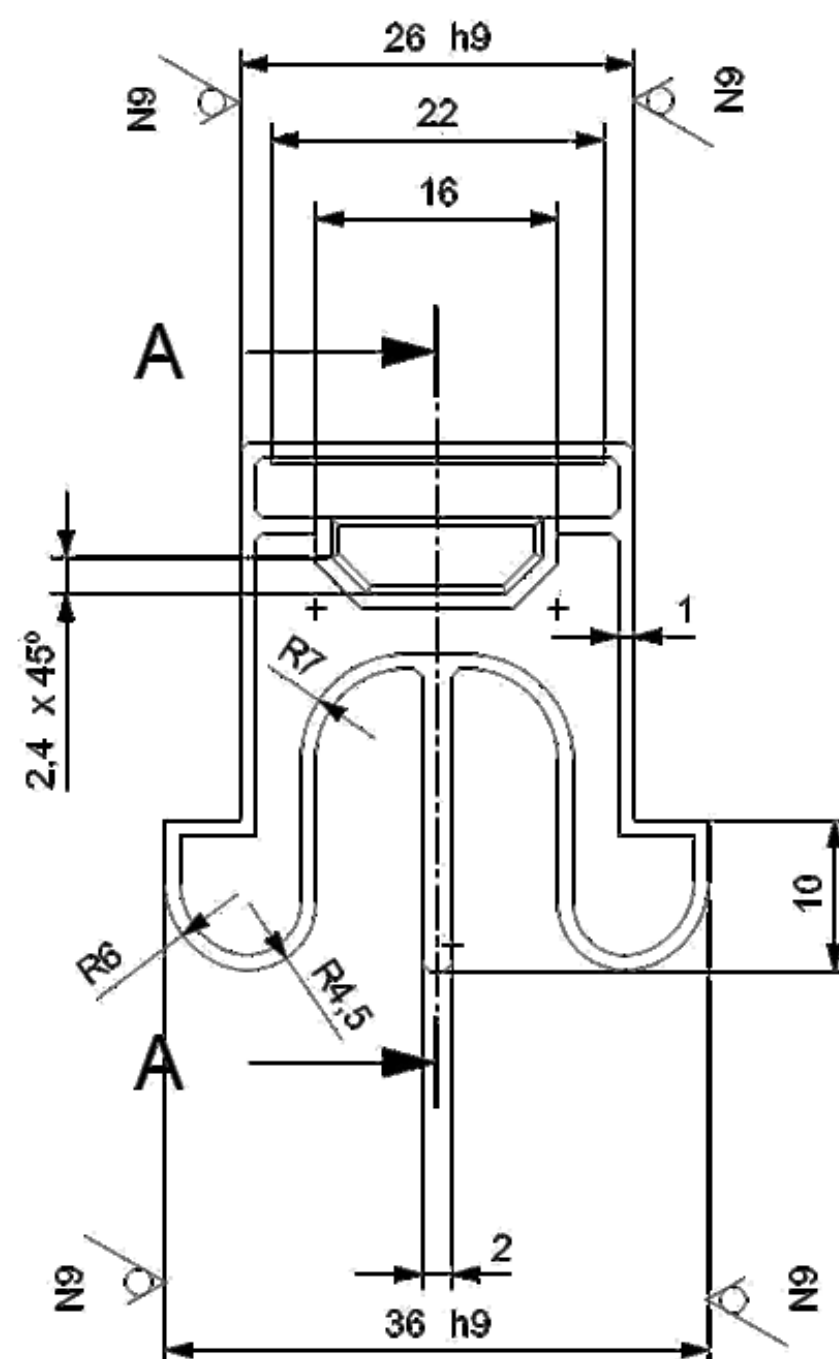
SCALE 2:1

SHEET 2 OF 2

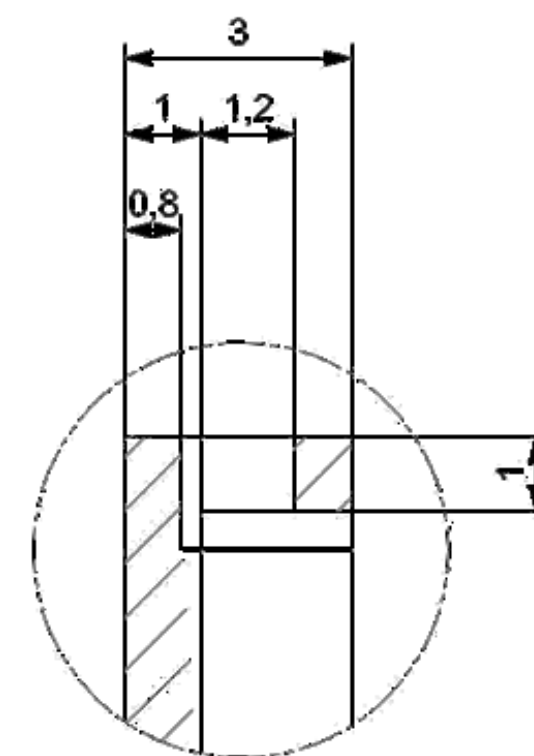


Chafilanes no acotados = $0,5 \times 45^\circ$

N12
N9



SECTION A-A



DETAIL B
SCALE 10:1

ALL DIMENSIONS IN mm

SIEMENS		THIS DRAWING HAS BEEN PRODUCED USING AN EXAMPLE TEMPLATE PROVIDED BY SIEMENS PLM SOFTWARE		
FIRST ISSUED		TITLE ENGANCHE CORREDERA		
DRAWN BY				
CHECKED BY				
APPROVED BY				
		SIZE	DRG NO.	SHEET REV
		A3	enganchecorredera	A
		SCALE 2:1		SHEET 1 OF 1

16.2.- CODI DVA

Acte seguit es procedeix a mostrar el codi que hi ha a dintre dels prototips del DVA.

16.2.1.- DVA.H

Fitxer de capçalera on es defineixen les principals variables d'entorn i constants que s'utilitzaran en diferents fitxers per fer funcionar els prototips.

<pre>#ifndef _DVA_H /* * Possible DVA Roles: * '1' TX * '2' RX */ #define TX_ROLE '1' #define RX_ROLE '2' #define ARRAY_MAX_LEN 50 //PKT valid types #define BLE_CHMODE 1 #define BLE_UPDATE_LOCATION 2 #define RF_SEND_LOCATION 3 //Buttons ids, used to read data #define CH_MODE_BUTTON 0 #define NEXT_VICTIM_BUTTON 1 //Packet structure definition typedef struct dva_pkts { int type; boolean initialized; String data; int len; } Dva_pkt; //DVA structure definition typedef struct DVAs { boolean initialized; String id; long lastUpdated; float latitude; float longitude; } Dva;</pre>	<pre>//RF constants #ifndef TX_RX_CONST #define LED_PIN 13 #define TX_PIN 12 #define RX_PIN 11 #define TX_EN_PIN 3 #define TX_RX_CONST #define DVA_ID "000001" #endif //PKT management constants #define PKT_END '#' #define PREAMBLE "DvA" #define PKT_MAX_PRECISION 8 #define PKT_TYPE_POS 9 #define PKT_ID_START_POS 3 #define PKT_ID_END_POS 8 #define PKT_CHMODE_LEN 11 #define PKT_GEO_LEN 26 #define PKT_LATITUDE_START_POS 10 #define PKT_LATITUDE_END_POS 17 #define PKT_LONGITUDE_START_POS 18 #define PKT_LONGITUDE_END_POS 25 //Course constants #ifndef COURSE_CONST #define NORTH 0 #define NEORTHEAST 1 #define EAST 2 #define SEOUTHEAST 3 #define SSOUTH 4 #define SOUTHWEST 5 #define QWEST 6 #define NORTHWEST 7 #define _COURSE_CONST #endif #define _DVA_H #endif</pre>
---	---

16.2.2.- DVA.INO

Fitxer principal on es defineix el comportament dels DVA

```
/*          DVA Main file
 *          Defines main functions
 *          of the DVA device
 *          -----*/

//Includes and defines
#ifndef _INCLUDED_WIRE
#include <VirtualWire.h>
#include <Wire.h>
#define _INCLUDED_WIRE
#endif
#include "DVA.h"

//Global variables
int lastChModeButtonState;
char role_DVA;
//Timers for the push button
long lastChModeTime;
long ChModeDelay;

//Dva's the program actually tracks
Dva my_dva;
Dva distant_dva;

double distance = 0.0;
int course = N;

/*          setup function
 *          Used to set variables and pins
 *          the arduino will use
 *          -----
 *          returns: void
 *          -----*/
void setup(){
  //Initialize Serial
  Serial.begin(9600);
  Serial2.begin(9600);
  Serial.write("Initialized\n");

  role_DVA = TX_ROLE;
  lastChModeButtonState = HIGH;
  lastChModeTime = 0;
  ChModeDelay = 5000;

  //set the pins for the tx and rx
  rf_setup();
```



```

        //Initialized buttons pins
        buttons_setup();
        //Initialize lcd
        lcd_setup();
        //Initialize buzzer
        buzz_setup();

//Initialize GPS
gps_setup();

        my_dva.id = "000001";
        my_dva.initialized = false;
    }

/*    loop function
* Core of the program, does
* all the functions of the
* _____ DVA
* _____
* returns: void
* _____*/
void loop(){
    Dva_pkt pkt;
    int reading;
    boolean successfullRead = false;
    boolean changeRole = false;

    //if role_DVA == TX
    if(role_DVA == TX_ROLE){
        gps_read(&my_dva);
        tx_rf(&my_dva, RF_SEND_LOCATION);
    }
    //else role_DVA = RX
    else{
        //Read the gps module for usefull data
        gps_read(&my_dva);

        //Check if the radio has a packet for us
        if(rx_rf(&pkt)){
            tx_to_ble(&pkt);        //Send the data to the app
            array_push(get_pkt_info(&pkt));
        }

        //Then check if the array contains a DVA to search and set the arrow
        and meters to it
        if(distant_dva.initialized && !array_is_empty()){
            //calculate bearing, print meters and play sound
            distance = gps_getDistance(my_dva, distant_dva);
            course = gps_getCourse(my_dva, distant_dva);
            display_print_arrow(distance, course);
            play_beep(distance);
        }
    }
}

```

```

    }
    else{
        if(!array_is_empty()){
            distant_dva = array_read();
            distant_dva.initialized = true;
        }
        else{
            display_print("No DVA found");
        }
    }

    //Last thing, check the buttons state to switch victim or set the actual
    victim as rescued
    reading = buttons_read(NEXT_VICTIM_BUTTON);

    if(reading != lastChModeButtonState /*&& timers to avoid change
    spam*/){
        if(array_switch_target()){
            distant_dva = array_read();
        }
    }

    reading = buttons_read(RESCUED_VICTIM_BUTTON);

    if(reading != lastChModeButtonState /*&& add timers*/){
        array_pop()
    }

}
//wait for the RX and TX to end their functions
delay(1000);

//Now check if the ch_role_button has been pressed
reading = buttons_read(CH_MODE_BUTTON);

if(reading != lastChModeButtonState){
    changeRole = true;
}

//check ble
successfullRead = rx_from_ble(&pkt);
if(successfullRead){
    switch(pkt.type){
        case BLE_CHMODE :
            if(pkt.data.charAt(10) != role_DVA &&
            (pkt.data.charAt(10) == TX_ROLE || pkt.data.charAt(10) == RX_ROLE)){
                changeRole = 1;
                lastChModeTime = 0; //Always change role if
                ble asks for it
            }
            break;

```

```

        case BLE_UPDATELOCATION :
            pkt_update_geoposition(&pkt, &my_dva);
            break;

    }

}

if(changeRole && (millis() - lastChModeTime) > ChModeDelay){
switch(role_DVA){
    case TX_ROLE :
        role_DVA = RX_ROLE;
        break;
    case RX_ROLE :
        role_DVA = TX_ROLE;
        break;

}

    lastChModeTime = millis();

}
}

```

16.2.5.- DVA_PKT.INO

On es defineix el comportament de les antenes, ja siguin de BLE o RF, i com es tracten les dades per enviar i rebre paquets entre ARVA i ARVA-APP

<pre> /* dva_pkt file /* dva_pkt file * functions and vars to * send and receive data * -----*/ //Includes and defines #ifndef INCLUDED_WIRE #include<VirtualWire.h> #include<Wire.h> #define INCLUDED_WIRE #endif #include"DVA.h" /* rf_setup function * Used to setup the rf modules * pins and variables * ----- * returns: void * -----*/ void rf_setup(){ vw_set_tx_pin(TX_PIN); vw_set_rx_pin(RX_PIN); vw_set_ptt_pin(TX_EN_PIN); pinMode(LED_PIN, OUTPUT); vw_set_ptt_inverted(true); // Required for DR3100 vw_setup(2000); </pre>	<pre> /* rx_rf function * Reads rf and searches * for a valid packet. * ----- * @pkt: packet structure used to * store the results of the * read process * ----- * returns: true on successfull * read or false if error * -----*/ boolean rx_rf(Dva_pkt *pkt){ boolean foundEnd = false; uint8_t message[VW_MAX_MESSAGE_LEN]; uint8_t messageLength = VW_MAX_MESSAGE_LEN; if(vw_get_message(message, &messageLength)){ for(int i = 0; i < messageLength; i++){ if(foundEnd){ //We want to clear continue; } else{ if(i == 0){ pkt->data = String((char)message[i]); pkt->len = 1; } } } } } </pre>
--	--

```

    vw_rx_start();
}

/*      rx_from_ble function
 * Reads Serial (bluetooth) and searches
 * for a valid packet.
 * -----
 * @pkt: packet structure used to
 *       store the results of the
 *       read process
 * -----
 * returns: true on successfull
 *          read or false if error
 * -----*/
boolean rx_from_ble(Dva_pkt *pkt){
    char currentValue;
    boolean result = false;
    pkt->initialized = false;

    while(Serial2.available() > 0){
        currentValue = Serial2.read();

        if(currentValue == PKT_END){
            break;
        }
        else{
            if(!pkt->initialized){
                pkt->data =
String(currentValue);
                pkt->len = 1;
                pkt->initialized =
true;
            }
            else{
                pkt->len += 1;
                pkt->data +=
currentValue;
            }
        }
    }

    //Packet must be something like "DvA
    IDIDID (packet_type) PAYLOAD #"; the smallest
    packet is the CHMODE packet
    if(pkt->len >= PKT_CHMODE_LEN){
        if(pkt-
>data.startsWith(PREAMBLE) && ((pkt-
>data.substring(PKT_ID_START_POS,
PKT_ID_END_POS + 1)).equals(DVA_ID))){
            pkt->type = pkt-
>data.charAt(PKT_TYPE_POS) - '0';
            switch(pkt->type){
                case
BLE_CHMODE :
                    if(pkt-
>len == PKT_CHMODE_LEN){
                        if(pkt->data.charAt(10) == '1' || pkt-

```

```

                        elseif(message[i] ==
foundEnd =
true;
                    }
                    else{
                        pkt->data
                        pkt->len +=
1;
                    }
                }
            }
        }
        else{
            return false;
        }
    }

    if(pkt->len == 26){
        if(pkt->data.startsWith(PREAMBLE)
&& (pkt->data.charAt(PKT_TYPE_POS) - '0') ==
RF_SEND_LOCATION){
            return true;
        }
        else{
            return false;
        }
    }
    else{
        return false;
    }
}

/*      pkt_update_geoposition function
 * Modifies geoposition given
 * a certain packet
 * -----
 * @pkt: packet structure used to
 *       read data
 * @pos: structure where we
 *       will store the new
 *       geoposition
 * -----
 * returns: void
 * -----*/
void pkt_update_geoposition(Dva_pkt *pkt, Dva *pos){
    pos->latitude = atof(pkt-
>data.substring(PKT_LATITUDE_START_POS,
PKT_LATITUDE_END_POS + 1).c_str());
    pos->longitude = atof(pkt-
>data.substring(PKT_LONGITUDE_START_POS,
PKT_LONGITUDE_END_POS + 1).c_str());
}

/*      parseFloatToString function
 * Returns a custom string of
 * len 8
 * -----
 * @value: the float to parse
 * -----
 * returns: String value of
 *          the float

```

```

>data.charAt(10) == '2'){
    result = true;
}
else
    result = false;
}
else
    result = false;
break;
case
BLE_UPDATELOCATION :
    //Packet len must be x;
    result =
    (pkt->len == PKT_GEO_LEN) ? true : false;
    break;
    default :
    result =
    false;
    break;
}
}
else{
    result = false;
}
}
return result;
}

/*      tx_to_ble function
* Sends data via Bluetooth
* -----
* @pkt: The packet we will send
* -----
* returns: void
* -----*/
void tx_to_ble(Dva_pkt *pkt){
    Serial2.print(pkt->data.c_str());
}

/*      tx_rf function
* Sends data via Bluetooth
* -----
* @pos: The dva structure we
* will read the geoposition
* information from
* @pkt: The packet we will send
* -----
* returns: void
* -----*/
void tx_rf(Dva *pos, int pkt_type){
    Dva_pkt pkt;
    pkt.type = 0;

```

```

* -----*/
String parseFloatToString(float value){
    String result = String((int) value);
    float temp = value - (float)((int)value);

    result += '.';

    for(int i = result.length() + 1; i <=
    PKT_MAX_PRECISION; i++){
        if(temp == 0.0){
            result += '0';
        }
        else{
            temp *= 10.0;
            result += (char)((int) temp +
            '0');
            temp = temp -
            (float)((int)temp);
        }
    }

    return result;
}

/* get_pkt_info function
* Gets all the usefull information
* from a received packet
* -----
* @pkt: The packet to parse
* -----
* returns: A DVA struct with the
* valid values set
* -----*/
Dva get_pkt_info(Dva_pkt *pkt){
    Dva newDva;

    newDva.longitude = atof(pkt-
    >data.substring(PKT_LONGITUDE_START_POS,
    PKT_LONGITUDE_END_POS + 1).c_str());
    newDva.latitude = atof(pkt-
    >data.substring(PKT_LATITUDE_START_POS,
    PKT_LATITUDE_END_POS + 1).c_str());
    newDva.id = pkt-
    >data.substring(PKT_ID_START_POS,
    PKT_ID_END_POS + 1);
    newDva.initialized = true;
    return newDva;
}

```

<pre> switch(pkt_type){ case RF_SEND_LOCATION : pkt.type = pkt_type; pkt.len = 26; pkt.data = PREAMBLE; pkt.data += DVA_ID; pkt.data += (char)(pkt_type + '0'); pkt.data += parseFloatToString(pos->latitude); pkt.data += parseFloatToString(pos->longitude); pkt.data += '#'; break; } if(pkt.type != 0){ vw_send((uint8_t*)(pkt.data.c_str()), pkt.len); vw_wait_tx(); } } </pre>	
--	--

16.2.3.- DVA_ARRAY.INO

On es defineixen les funcions i comportament del sistema multivíctima del DVA.

<pre> /* dva_array file * Maintains a array of * the recieved DVA * in rx mode. * -----*/ #include"DVA.h" //Private vars Dva dva_array[ARRAY_MAX_LEN]; int current_target; int current_len; /* array_setup function * Used to setup the array struct * -----*/ /* returns: void * -----*/ void array_setup(){ memset(dva_array, 0, ARRAY_MAX_LEN * sizeof(Dva)); current_target = 0; current_len = 0; } /* array_push function * Adds or updates a dva on * the dva_array * -----*/ /* @dva_object: the dva we want * to insert or update </pre>	<pre> /* array_pop function * Deletes a certain DVA from * the array * -----*/ /* returns: boolean: * true->deleted * false->out of range/!valid * -----*/ boolean array_pop(){ if(current_target > current_len current_target > ARRAY_MAX_LEN current_len <1){ return false; } else{ dva_array[current_target] = dva_array[current_len - 1]; current_len -= 1; } return true; } /* array_read function * Gives the information of * the DVA we are actually * targeting to * -----*/ /* returns: struct dva: the * object we should read * -----*/ </pre>
--	---

```

* -----
* returns: boolean:
*     true->updated/inserted
*     false->not inserted/found
*     && max_len reached
* -----*/
boolean array_push(Dva dva_object){
    boolean pushed = false;
    boolean updated = false;
    int i = 0;

    if(current_len != 0){

        while(i < current_len && i <
ARRAY_MAX_LEN && !pushed){

            if((dva_object.id).equals(dva_array[i].id)){
                dva_array[i] =
dva_object;
                    updated = true;
            }
            i++;
        }
        if(!pushed && i < ARRAY_MAX_LEN){
            current_len += 1;
            dva_array[i] = dva_object;
            pushed = true;
        }
    }
    else{
        current_len = 1;
        current_target = 0;
        dva_array[0] = dva_object;
        pushed = true;
    }

    return pushed || updated;
}

Dva array_read(){
    Dva dva_object;

    if(current_len > 0){
        dva_object =
dva_array[current_target];
    }

    return dva_object;
}

/*     array_switch_target function
* Switch between targets
* -----
* returns: boolean:
*     true->switched
*     false->array empty
* -----*/
boolean array_switch_target(){
    boolean switched = false;

    if(current_len > 0 && current_target <
current_len){
        if((current_target + 1) ==
current_len){
            current_target = 0;
        }
        else{
            current_target += 1;
        }
        switched = true;
    }

    return switched;
}

/*     array_is_empty function
* Let the program know if
* the array is empty or not
* -----
* returns: boolean:
*     true->array empty
*     false->array !empty
* -----*/
boolean array_is_empty(){
    return current_len == 0;
}

```

16.2.4.- DVA_BUZZER.INO

Fitxer que defineix el comportament de l'altaveu

```
/*          dva_buzzer file
 *
 * Defines the vars and
 * functions used to
 * make the buzzer play
 * sounds
 *-----*/

#ifndef _BUZZ_CONST
#define BUZZ_PIN2
#define _BUZZ_CONST
#endif

/*          buzz_setup function
 * Used to setup the buzzer
 * pin mode
 *-----
 * returns: void
 *-----*/
void buzz_setup(){
    pinMode(BUZZ_PIN, OUTPUT);
    digitalWrite(BUZZ_PIN, HIGH);
}
```

```
/*          play_beep function
 * Makes a "beep" sound of
 * custom duration
 *-----
 * @duration: Duration of the
 * played sound
 *-----
 * returns: void
 *-----*/
void play_beep(int duration){
    digitalWrite(BUZZ_PIN, LOW);
    delay(duration);
    digitalWrite(BUZZ_PIN, HIGH);
    delay(duration);
    digitalWrite(BUZZ_PIN, LOW);
    delay(duration);
    digitalWrite(BUZZ_PIN, HIGH);
}
```

16.2.5.- DVA_BUTTONS.INO

Funcions i comportament dels botons que hi han al prototip DVA

```
/*          dva_buttons file
 *
 * Defines the main
 * functions and vars to
 * interact with the dva
 * buttons
 *-----*/

#ifndef _BUTTONS_CONST
#define CH_MODE_BUTTON_PIN30
#define CH_MODE_BUTTON_DELAY5000
#define NEXT_VICTIM_BUTTON_PIN31
#define NEXT_VICTIM_BUTTON_DELAY3000
#define RESCUED_VICTIM_BUTTON_PIN32
#define RESCUED_VICTIM_BUTTON_DELAY3000
#define _BUTTONS_CONST
#endif

#ifndef _BUTTONS_IDS
#define CH_MODE_BUTTON0
#define NEXT_VICTIM_BUTTON1
#define RESCUED_VICTIM_BUTTON2
#define _BUTTONS_IDS
#endif

/*          buttons_setup function
```

```
/*          buttons_read function
 * Reads the actual value that
 * the desired button has
 *-----
 * @button_id: The id of the button
 * we want to read data from
 *-----
 * returns: value of the button
 * after successful read
 *-----*/
int buttons_read(int button_id){
    int res = HIGH;

    switch(button_id){
        case CH_MODE_BUTTON :
            res =
digitalRead(CH_MODE_BUTTON_PIN);
            break;
        case NEXT_VICTIM_BUTTON :
            res =
digitalRead(NEXT_VICTIM_BUTTON);
            break;
        case
RESCUED_VICTIM_BUTTON :
            res =
digitalRead(RESCUED_VICTIM_BUTTON);
            break;
    }
}
```



```
* Used to setup the pins that  
* the buttons will be using  
* -----
```

```
* returns: void
```

```
* -----*/
```

```
void buttons_setup(){  
    pinMode(CH_MODE_BUTTON_PIN, INPUT);  
    pinMode(NEXT_VICTIM_BUTTON_PIN,  
INPUT);  
    pinMode(RESCUED_VICTIM_BUTTON_PIN,  
INPUT);  
}
```

```
}
```

```
return res;
```

16.2.5.- DVA_GPS.INO

Administració del mòdul GPS de l'arduino

```

/*          dva_gps file
 *          Defines the vars and
 *          functions used to
 *          interact with the gps
 *          module
 *-----*/
#include"DVA.h"

#ifndef_TINYGPS_INCLUDED
#include<TinyGPS++.h>
#define_TINYGPS_INCLUDED
#endif
#ifndef_GPS_CONST
#defineGPS_TX_PIN6
#defineGPS_RX_PIN7
#defineGPS_MAX_FRAME_LEN100
#defineGPSBAUD9600
#define_GPS_CONST
#endif
//Private vars
TinyGPSPlus gps;
/*          gps_setup function
 *          Used to setup the gps module
 *-----*/
* returns: void
*-----*/
voidgps_setup(){
    Serial1.begin(GPSBAUD);
}
/*          gps_read function
 *          Reads the gps data, parses the
 *          info and modifies the
 *          latitude and
 *          longitude of
 *          the device's
 *          structure
 *-----*/
* @my_dva: Dva structure where the
 *          data will be stored
 *-----*/
* returns: void
*-----*/
voidgps_read(Dva *myDva){
    while (Serial1.available()
>0){
        if(gps.encode(Serial1.read())
){
            if(gps.location.isValid()){
                myDva->latitude =
gps.location.lat();
                myDva->longitude =
gps.location.lng();
            }
        }
    }
}

/*          gps_getDistance function
 *          Usefull to know the distance
 *          between 2 devices
 *-----*/
* @first: A dva structure
 * @second: The second Dva structure
 *-----*/
* returns: double: the distance
 *          between first and second
 *-----*/
doublegps_getDistance(Dva first, Dva second){
    returnTinyGPSPlus::distanceBetween(first.latit
ude, first.longitude, second.latitude,
second.longitude);
}
/*          gps_getCourse function
 *          Returns the direction of a
 *          distant DVA
 *-----*/
* @first: Our Dva structure
 * @second: The distant Dva
 *-----*/
* returns: int: the direction the
 *          second structure is
 *-----*/
intgps_getCourse(Dva first, Dva second){
    double course =
TinyGPSPlus::courseTo(first.latitude,
first.longitude, second.latitude, second.longitude);
    int result = N;
    if(course <0){
        if(course >= 22.5&& course <67.5){
            result = NE;
        }
        elseif(course >= 67.5&& course <112.5){
            result = E;
        }
        elseif(course >= 112.5&& course
<157.5){
            result = SE;
        }
        elseif(course >= 157.5){
            result = S;
        }
    }
    else{
        if(course <= -22.5&& course > -67.5){
            result = NW;
        }
        elseif(course <= -67.5&& course > -
112.5){
            result = W;
        }
    }
}

```

16.2.6.- DVA_DISPLAY.INO

Funcions i variables que fan funcionar correctament la pantalla del dispositiu.

```

/*          dva_display file
 *          Defines the vars and
 *          functions used to
 *          interact with the display
 *          -----*/

#include "DVA.h"

#ifndef _DISPLAY_DEPENDENCIES
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#define _DISPLAY_DEPENDENCIES
#endif

#ifndef _DISPLAY_CONST
#define OLED_RESET 4
#define LOGO16_GLCD_HEIGHT 32
#define LOGO16_GLCD_WIDTH 128
#define _DISPLAY_CONST
#endif

//Arrows definitions
static const unsigned char PROGMEM
northeast [] = {
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x04, 0x00, 0x00,
0x00, 0x1C,
0x00, 0x00, 0x00, 0x78, 0x00, 0x00, 0x03,
0xF8, 0x00, 0x00, 0x0F, 0xF0, 0x00, 0x00,
0x3F, 0xF0,
0x00, 0x00, 0xFF, 0xE0, 0x00, 0x03, 0xFF,
0xE0, 0x00, 0x0F, 0xFF, 0xC0, 0x00, 0x3F,
0xFF, 0xC0,
0x00, 0xFF, 0xFF, 0x80, 0x03, 0xFF, 0xFF,
0x80, 0x0F, 0xFF, 0xFF, 0x00, 0x3F, 0xFF,
0xFF, 0x00,
0x00, 0x00, 0xFE, 0x00, 0x00, 0x00, 0xFE,
0x00, 0x00, 0x00, 0xFC, 0x00, 0x00, 0x00,
0xFC, 0x00,
0x00, 0x00, 0xF8, 0x00, 0x00, 0x00, 0xF8,
0x00, 0x00, 0x00, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x00,
0xF0, 0x00,
0x00, 0x00, 0xE0, 0x00, 0x00, 0x00, 0xE0,
0x00, 0x00, 0x00, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x00,
0xC0, 0x00,
0x00, 0x00, 0x80, 0x00, 0x00, 0x00, 0x80,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00
};

static const unsigned char PROGMEM
northwest [] = {
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x30, 0x00, 0x00, 0x00, 0x1C, 0x00,
0x00, 0x00,
0x1F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0F, 0xC0, 0x00,
0x00, 0x0F, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x07, 0xFC,
0x00, 0x00,
};

static const unsigned char PROGMEM north [] = {
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x80, 0x00,
0x00, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x40, 0x00, 0x00, 0x03,
0x40, 0x00, 0x00, 0x07, 0x60, 0x00,
0x00, 0x07, 0x60, 0x00, 0x00, 0x07, 0x70, 0x00, 0x00, 0x0F,
0x70, 0x00, 0x00, 0x0F, 0x70, 0x00,
0x00, 0x1F, 0x78, 0x00, 0x00, 0x1F, 0x78, 0x00, 0x00, 0x1F,
0x7C, 0x00, 0x00, 0x3F, 0x7C, 0x00,
0x00, 0x7F, 0xFE, 0x00, 0x00, 0x7F, 0xFE, 0x00, 0x00, 0x7C,
0x7F, 0x00, 0x00, 0xFC, 0x3F, 0x00,
0x01, 0xF0, 0x1F, 0x80, 0x01, 0xE0, 0x0F, 0x80, 0x03, 0xC0,
0x07, 0xC0, 0x03, 0x80, 0x01, 0xC0,
0x03, 0x80, 0x00, 0xE0, 0x07, 0x00, 0x00, 0x60, 0x0C, 0x00,
0x00, 0x20, 0x08, 0x00, 0x00, 0x10,
0x08, 0x00, 0x00, 0x08, 0x10, 0x00, 0x00, 0x08, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};

static const unsigned char PROGMEM south [] = {
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x10, 0x00,
0x00, 0x08, 0x10, 0x00, 0x00, 0x10,
0x08, 0x00, 0x00, 0x10, 0x04, 0x00, 0x00, 0x30, 0x06, 0x00,
0x00, 0xE0, 0x07, 0x00, 0x01, 0xC0,
0x03, 0x80, 0x01, 0xC0, 0x03, 0xE0, 0x03, 0xC0, 0x01, 0xF0,
0x07, 0x80, 0x01, 0xF8, 0x0F, 0x80,
0x00, 0xFC, 0x3F, 0x00, 0x00, 0xFE, 0x3E, 0x00, 0x00, 0x7F,
0xFE, 0x00, 0x00, 0x7F, 0xFE, 0x00,
0x00, 0x3E, 0xFC, 0x00, 0x00, 0x3E, 0xF8, 0x00, 0x00, 0x1E,
0xF8, 0x00, 0x00, 0x1E, 0xF8, 0x00,
0x00, 0x0E, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x0E, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x0E,
0xE0, 0x00, 0x00, 0x06, 0xE0, 0x00,
0x00, 0x06, 0xE0, 0x00, 0x00, 0x02, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x02,
0x80, 0x00, 0x00, 0x00, 0x80, 0x00,
0x00, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};

static const unsigned char PROGMEM west [] = {
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C,
0x00, 0x00, 0x00, 0x10, 0x00, 0x00, 0x00, 0xE0, 0x00, 0x00,
0x03, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x0F, 0x80,
0x00, 0x00, 0x3F, 0x00, 0x00, 0x00, 0xFE, 0x00, 0x00, 0x03,
0xFE, 0x00, 0x00, 0x0F, 0xFC, 0x00,
0x00, 0x7F, 0xF8, 0x00, 0x01, 0xFF, 0xF0, 0x00, 0x07, 0xFF,
0xE0, 0x00, 0x10, 0x00, 0xC0, 0x00,
0x0F, 0xFF, 0xC0, 0x00, 0x03, 0xFF, 0xC0, 0x00, 0x01, 0xFF,
0xF0, 0x00, 0x00, 0x3F, 0xF0, 0x00,
0x00, 0x0F, 0xF8, 0x00, 0x00, 0x01, 0xFC, 0x00, 0x00, 0x00,
0xFE, 0x00, 0x00, 0x00, 0x1F, 0x80,
0x00, 0x00, 0x0F, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x03, 0xC0, 0x00, 0x00,
0x00, 0x60, 0x00, 0x00, 0x00, 0x38,
0x00, 0x00, 0x00, 0x04, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};

//Private vars
Adafruit_SSD1306 display(OLED_RESET);

```

```

0x07, 0xFF, 0x00, 0x00, 0x07, 0xFF, 0xC0,
0x00, 0x03, 0xFF, 0xF0, 0x00, 0x03, 0xFF,
0xFC, 0x00,
0x01, 0xFF, 0xFF, 0x00, 0x01, 0xFF, 0xFF,
0xC0, 0x00, 0xFF, 0xFF, 0xF0, 0x00, 0xFF,
0xFF, 0xFC,
0x00, 0x7F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x7F, 0x00,
0x00, 0x00, 0x3F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x3F,
0x00, 0x00,
0x00, 0x1F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x1F, 0x00,
0x00, 0x00, 0x0F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0F,
0x00, 0x00,
0x00, 0x07, 0x00, 0x00, 0x00, 0x07, 0x00,
0x00, 0x00, 0x03, 0x00, 0x00, 0x00, 0x03,
0x00, 0x00,
0x00, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00
};

```

```

static const unsigned char PROGMEM
southeast [] = {
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x80, 0x00, 0x00, 0x00,
0x80, 0x00,
0x00, 0x00, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x00, 0xC0,
0x00, 0x00, 0x00, 0xE0, 0x00, 0x00, 0x00,
0xE0, 0x00,
0x00, 0x00, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x00, 0xF0,
0x00, 0x00, 0x00, 0xF8, 0x00, 0x00, 0x00,
0xF8, 0x00,
0x00, 0x00, 0xFC, 0x00, 0x00, 0x00, 0xFC,
0x00, 0x00, 0x00, 0xFE, 0x00, 0x00, 0x00,
0xFE, 0x00,
0x3F, 0xFF, 0xFF, 0x00, 0x0F, 0xFF, 0xFF,
0x00, 0x03, 0xFF, 0xFF, 0x80, 0x00, 0xFF,
0xFF, 0x80,
0x00, 0x3F, 0xFF, 0xC0, 0x00, 0x0F, 0xFF,
0xC0, 0x00, 0x03, 0xFF, 0xE0, 0x00, 0x00,
0xFF, 0xE0,
0x00, 0x00, 0x3F, 0xE0, 0x00, 0x00, 0x0F,
0xF0, 0x00, 0x00, 0x03, 0xF0, 0x00, 0x00,
0x00, 0xF8,
0x00, 0x00, 0x00, 0x38, 0x00, 0x00, 0x00,
0x0C, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00
};

```

```

static const unsigned char PROGMEM
southwest [] = {
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01,
0x00, 0x00,
0x00, 0x03, 0x00, 0x00, 0x00, 0x03, 0x00,
0x00, 0x00, 0x07, 0x00, 0x00, 0x00, 0x07,
0x00, 0x00,
0x00, 0x0F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0F, 0x00,
0x00, 0x00, 0x1F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x1F,
0x00, 0x00,
0x00, 0x3F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x3F, 0x00,
0x00, 0x00, 0x7F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x7F,
0x00, 0x00,
0x00, 0xFF, 0xFF, 0xFC, 0x00, 0xFF, 0xFF,
0xF0, 0x01, 0xFF, 0xFF, 0xC0, 0x01, 0xFF,
0xFF, 0x00,

```

```

/*      display_setup function
* Initializes the display
* -----
* returns: void
* -----*/
void display_setup(){
    display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C);
    display.display();
    delay(2000);
    display.clearDisplay();
}

/*      display_print function
* Prints a text on the screen
* -----
* @text: The text to be displayed
* -----
* returns: void
* -----*/
void display_print(String text){
    display.clearDisplay();
    display.print(text);
}

/*      display_print_arrow function
* Display the distance and a
* directional arrow on the display
* -----
* @distance: Distance to be
*            displayed
* @course: Direction of the arrow
* -----
* returns: void
* -----*/
void display_print_arrow(double distance, int course){
    display.clearDisplay();
    display.print(distance);
    delay(1000);
    switch(course){
        case NORTH :
            display.drawBitmap(48, 0, north, 32, 32, 1);
            break;
        case NORTHEAST :
            display.drawBitmap(48, 0, northeast, 32, 32,
1);
            break;
        case SOUTHWEST :
            display.drawBitmap(48, 0, northwest, 32,
32, 1);
            break;
        case SOUTH :
            display.drawBitmap(48, 0, south, 32, 32, 1);
            break;
        case SEOUTHEAST :
            display.drawBitmap(48, 0, southeast, 32,
32, 1);
            break;
        case SWOUTHWEST :
            display.drawBitmap(48, 0, southwest, 32,
32, 1);
            break;
        case EAST :
            display.drawBitmap(48, 0, east, 32, 32, 1);
            break;
        case WEST :

```

<pre> 0x03, 0xFF, 0xFC, 0x00, 0x03, 0xFF, 0xF0, 0x00, 0x07, 0xFF, 0xC0, 0x00, 0x07, 0xFF, 0x00, 0x00, 0x0F, 0xFC, 0x00, 0x00, 0x0F, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x1F, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x1E, 0x00, 0x00, 0x00, 0x38, 0x00, 0x00, 0x00, 0x20, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00 }; static const unsigned char PROGMEM east [] = { 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x20, 0x00, 0x00, 0x00, 0x1C, 0x00, 0x00, 0x00, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00, 0x03, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x03, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x01, 0xF8, 0x00, 0x00, 0x00, 0x7F, 0x00, 0x00, 0x00, 0x3F, 0x80, 0x00, 0x00, 0x1F, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x0F, 0xFC, 0x00, 0x00, 0x0F, 0xFF, 0x80, 0x00, 0x03, 0xFF, 0xC0, 0x00, 0x03, 0xFF, 0xF0, 0x00, 0x03, 0x00, 0x08, 0x00, 0x07, 0xFF, 0xE0, 0x00, 0x0F, 0xFF, 0x80, 0x00, 0x1F, 0xFE, 0x00, 0x00, 0x3F, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x7F, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x7F, 0x00, 0x00, 0x00, 0xFC, 0x00, 0x00, 0x01, 0xF0, 0x00, 0x00, 0x03, 0xC0, 0x00, 0x00, 0x07, 0x00, 0x00, 0x00, 0x08, 0x00, 0x00, 0x00, 0x30, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00 }; </pre>	<pre> display.drawBitmap(48, 0, east, 32, 32, 1); break; } } </pre>
--	---

16.3.- CODI ARVAPP

Android Manifest

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<manifest xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
package="arvapp.navigation">

<uses-permission android:name="android.permission.WAKE_LOCK" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH" />
<uses-permission android:name="android.permission.BLUETOOTH_ADMIN"
/>
<uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_COARSE_LOCATION" />
<uses-permission android:name="android.permission.SEND_SMS" />
<uses-permission
android:name="android.permission.ACCESS_FINE_LOCATION" />

<application
android:allowBackup="true"
android:icon="@mipmap/ic_launcher"
android:label="@string/app_name"
android:supportsRtl="true"
android:theme="@style/AppTheme">
<activity
android:name=".BluetoothActivity"
android:label="@string/app_name"
android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
<intent-filter>
<action android:name="android.intent.action.MAIN" />

<category android:name="android.intent.category.LAUNCHER" />
</intent-filter>
</activity>
<activity
android:name=".BluetoothDeviceListActivity"
android:label="@string/ble_name"
android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
<intent-filter>
<action android:name="android.intent.action.VIEW" />
</intent-filter>
</activity>
<activity
android:name=".MainActivity"
android:label="@string/app_name"
android:theme="@style/AppTheme.NoActionBar">
<intent-filter>
<action android:name="android.intent.action.MAIN" />

<category android:name="android.intent.category.VIEW" />
</intent-filter>
</activity>

<meta-data
```

```
    android:name="com.google.android.gms.version"
    android:value="@integer/google_play_services_version" />
<meta-data
    android:name="com.google.android.geo.API_KEY"
    android:value="@string/google_maps_key" />

<Fragment
    android:name=".MapFragment"
    android:label="@string/title_activity_maps"></Fragment>
</application>

</manifest>
```

Bluetooth Activity

```
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.activity_bluetooth);

    Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbarBle);
    setSupportActionBar(toolbar);

    // Orientation Sensor
    mSensorManager = (SensorManager) getSystemService(SENSOR_SERVICE);

    //This is for Snackbar
    RelativeLayout v = (RelativeLayout) findViewById(R.id.relative);

    if (myBA == null) {
        final Snackbar snack = Snackbar.make(v, "Bluetooth not supported",
            Snackbar.LENGTH_LONG);
        snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
        snack.setAction("CLOSE", new View.OnClickListener() {
            @Override
            public void onClick(View view) {
                snack.dismiss();
            }
        });
        snack.show();
    }
    finish();
} else {
    if(!myBA.isEnabled()){
        Intent enableBtIntent = new
        Intent(BluetoothAdapter.ACTION_REQUEST_ENABLE);
        startActivityForResult(enableBtIntent,
        REQUEST_ENABLE_BT);
    }

    setListener();
}

private void setListener(){
    Button aux = (Button) findViewById(R.id.ble_enable_butt);
    aux.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
        public void onClick(View view) {
            Intent i = new Intent(view.getContext(),
            BluetoothDeviceListActivity.class);
            startActivityForResult(i, BLUETOOTH_SEARCH_DEVICE);
        }
    });
}

h = new Handler() {
    public void handleMessage(android.os.Message msg) {
        switch (msg.what) {
```



```

case RECIEVE_MESSAGE:
    byte[] readBuf = (byte[]) msg.obj;
    String strIncom = new String(readBuf, 0, msg.arg1);
    sb.append(strIncom);
    int endOfLineIndex = sb.indexOf("\r\n");
    if (endOfLineIndex > 0){
String sbprint = sb.substring(0, endOfLineIndex);
        sb.delete(0, sb.length());
    receivePacket(sbprint);
        String aux = "";

    int checksum = 0;
    try {
        aux = sbprint.substring(0, 3);

        checksum =
        Integer.parseInt(String.valueOf(sbprint.substring
            (endOfLineIndex-2,
            endOfLineIndex).charAt(0)));
        int multiplicator = 1;
        for(int i = 1; i < sbprint.substring(endOfLineIndex-2,
            endOfLineIndex).length();
        i++){
            checksum +=
            Integer.parseInt(String.valueOf
            (sbprint.substring(endOfLineIndex-2,
            endOfLineIndex).charAt(i))) *
            (multiplicator * 10);
            multiplicator *= 10;
        }

        catch (IndexOutOfBoundsException e){
            e.printStackTrace();
        }

        if (aux.equalsIgnoreCase("DVA") && (checksum + 3 ==
        sbprint.length())){
            receivePacket(sbprint);
        }
    }

break;
    }
    }
};
}

@Override
protected void onActivityResult(int requestCode, int resultCode,
Intent data){
    RelativeLayout v = (RelativeLayout)
    findViewById(R.id.relative);
    final Snackbar snack;
    switch(requestCode){
        case REQUEST_ENABLE_BT:
            switch(resultCode){

```

```

case RESULT_CANCELED:
    //Toast.makeText(this, "Enable Bluetooth",
    Toast.LENGTH_LONG).show();
    snack = Snackbar.make(v, "Must enable Bluetooth",
    Snackbar.LENGTH_LONG);
                                snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
                                snack.setAction("CLOSE", new
View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View view) {
        snack.dismiss();
                                }
                                });
                                snack.show();

break;
case RESULT_OK:
    //Toast.makeText(this, "Bluetooth enabled",
    Toast.LENGTH_LONG).show();
    snack = Snackbar.make(v, "Bluetooth enabled", Snackbar.LENGTH_LONG);
                                snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
                                snack.setAction("CLOSE", new
View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View view) {
        snack.dismiss();
                                }
                                });
                                snack.show();

break;
default:
                                snack = Snackbar.make(v, "Something gone
wrong, try again", Snackbar.LENGTH_LONG);
                                snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
                                snack.setAction("CLOSE", new
View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View view) {
        snack.dismiss();
                                }
                                });
                                snack.show();

break;
                                }

break;
case BLUETOOTH_SEARCH_DEVICE:
    switch(resultCode) {
case RESULT_CANCELED:
        //Toast.makeText(this, "Link a DVA device",
        Toast.LENGTH_LONG).show();
        snack = Snackbar.make(v, "Link a DVA device", Snackbar.LENGTH_LONG);
                                snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
                                snack.setAction("CLOSE", new
View.OnClickListener() {
    @Override
    public void onClick(View view) {
        snack.dismiss();

```

```

        }
    });
    snack.show();

break;
case RESULT_OK:
    Bundle bundle = data.getExtras();
    connectedDevice = bundle.getParcelable("BluetoothDevice");
    Intent i = new
Intent(getApplicationContext(), MainActivity.class);
    startActivity(i);

break;
default:
    snack = Snackbar.make(v, "Something gone wrong, try again",
Snackbar.LENGTH_LONG);
    snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
    snack.setAction("CLOSE", new
View.OnClickListener() {
@Override
public void onClick(View view) {
    snack.dismiss();
    }
    });
    snack.show();

break;
    }
}

@Override
public void onResume() {
super.onResume();

    BluetoothDevice device = connectedDevice;
    if(device != null){
    try {
    btSocket = createBluetoothSocket(device);
    } catch (IOException e) {
        Toast.makeText(this, "Error, failed to resume the
activity", Toast.LENGTH_LONG).show();
        finish();
    }
    myBA.cancelDiscovery();

    Log.i("connect", "...Connecting...");
    try {
    btSocket.connect();
        Log.i("ok", "...Connection ok...");
    } catch (IOException e) {
    try {
    btSocket.close();
    } catch (IOException e2) {
        Toast.makeText(this, "Error, failed to resume
the activity", Toast.LENGTH_LONG).show();
        finish();
    }
    }

```

```

        }

        Log.i("create socket", "...Create Socket...");
        mConnectedThread = new ConnectedThread(btSocket);
        mConnectedThread.start();
    }

    mSensorManager.registerListener(this,
    mSensorManager.getDefaultSensor(Sensor.TYPE_ORIENTATION), SensorManager.SENSOR_DELAY_GAME);
    }

    // function: onPause -> closes the bluetooth socket
    @Override
    public void onPause() {
        super.onPause();

        if (connectedDevice != null) {
            try {
                btSocket.close();
            } catch (IOException e) {
                Toast.makeText(this, "Error, failed to pause the activity", Toast.LENGTH_LONG).show();
                finish();
            }
        }
    }

    // function: onSensorChanged -> When sensor changes do appropriate things with data
    @Override
    public void onSensorChanged(SensorEvent event) {
        if (firstOrientation == -1) {
            firstOrientation = Math.round(event.values[0]);
            secondOrientation = -1;
        }
        else {
            secondOrientation = Math.round(event.values[0]);
        }

        if (current != pointingDva) {
            recalculate();
        }
        else {
            updateArrow();
        }
    }

    // function onAccuracyChanged -> not in use
    @Override
    public void onAccuracyChanged(Sensor sensor, int accuracy) {
        // not in use
    }

    private class ConnectedThread extends Thread {

```

```

private final InputStream mmInStream;
private final OutputStream mmOutStream;

public ConnectedThread(BluetoothSocket socket) {
    InputStream tmpIn = null;
    OutputStream tmpOut = null;

    try {
        tmpIn = socket.getInputStream();
        tmpOut = socket.getOutputStream();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }

    mmInStream = tmpIn;
    mmOutStream = tmpOut;
}

public void run() {
    byte[] buffer = new byte[256]; // buffer store for the stream
    int bytes;
    while (true) {
        try {
            bytes = mmInStream.read(buffer); // Get
            number of bytes and message in "buffer"
            h.obtainMessage(RECIEVE_MESSAGE, bytes, -1, buffer).sendToTarget();
            // Send to message queue Handler
        } catch (IOException e) {
            break;
        }
    }
}

public void write(String message) {

    byte[] msgBuffer = message.getBytes();
    try {
        mmOutStream.write(msgBuffer);
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
}

private BluetoothSocket createBluetoothSocket(BluetoothDevice
device) throws IOException {
    if (Build.VERSION.SDK_INT >= 10) {
        try {
            final Method m =
            device.getClass().getMethod("createInsecureRfcommSocketToServiceReco
rd", new Class[] { UUID.class });
            return (BluetoothSocket) m.invoke(device, MY_UUID);
        } catch (Exception e) {
            Log.i("SOCKET: ", "Could not create Insecure RfComm
Connection", e);
        }
    }
}

```

```

    }
    return device.createRfcommSocketToServiceRecord(MY_UUID);
}

private class MyLocationListener implements LocationListener {

    @Override
    public void onLocationChanged(Location loc) {
        ourArvaLatitude = loc.getLatitude();
        ourArvaLongitude = loc.getLongitude();
        ourArvaAltitude = loc.getAltitude();
        if (mConnectedThread != null){
            mConnectedThread.write(String.valueOf(ourArvaLatitude) + ":" +
            String.valueOf(ourArvaLongitude));
            if (arrow != null && distanceTextView != null){
                arrow.setVisibility(View.VISIBLE);
                distanceTextView.setVisibility(View.VISIBLE);
            }
        }
        recalculate();
    }

    @Override
    public void onStatusChanged(String provider, int status, Bundle
    savedInstanceState){}

    @Override
    public void onProviderDisabled(String provider){}

    @Override
    public void onProviderEnabled(String provider){}
}

//Private function: recalculate -> Recalculates the direction of the
arrow
private void recalculate(){
    //Check if we are in the appropriate mode
    if (current < 0 || current >= dvaArrayList.size()){
        current = 0;
    }

    //Check if the actual victim has been rescued (multi-victim system)
    if (toDelete && !dvaArrayList.isEmpty()){
        dvaArrayList.remove(current);
        currentMax--;
        current = 0;
    }
    toDelete = false;

    //Check if the user switched victim
    if (pointingDva != current){
        pointingDva = current;
        receivingArvaLongitude =
        dvaArrayList.get(pointingDva).getLongitude();
        receivingArvaLatitude = dvaArrayList.get(pointingDva).getLatitude();
    }
}

```

```

if(ourArvaLatitude != 0.0 &&receivingArvaLatitude != 0.0) {
    Location ourArva = new Location("OurArva");

    ourArva.setLatitude(ourArvaLatitude);
    ourArva.setLongitude(ourArvaLongitude);
    Location receivingArva = new Location("ReceivingArva");
    receivingArva.setLatitude(receivingArvaLatitude);
    receivingArva.setLongitude(receivingArvaLongitude);

    bearing = ourArva.bearingTo(receivingArva);
    distance = ourArva.distanceTo(receivingArva);
    Log.i("bearing", String.valueOf(bearing));
    orientation = (360+((bearing + 360) % 360)-firstOrientation) % 360;
}
else {
    firstOrientation = -1;
    secondOrientation = -1;
}

    updateArrow();
}

// private function: updateArrow -> Rotates the R.id.arrow according
to the different values we have
private void updateArrow() {
    arrow = (ImageView) findViewById(R.id.rx_arrow);
    distanceTextView = (TextView)
    findViewById(R.id.rx_distance_textview);
    latitude_info = (TextView) findViewById(R.id.latitude);
    longitude_info = (TextView) findViewById(R.id.longitude);
    altitude_info = (TextView) findViewById(R.id.altitude);

    if (arrow != null &&distanceTextView != null) {
        if (firstOrientation != -1 &&secondOrientation != -1 &&
!dvaArrayList.isEmpty()) {
            if (orientation != -1) {
                arrow.setRotation(0);
                arrow.setRotation((orientation + (firstOrientation -
secondOrientation)));
            } else {
                arrow.setRotation(0);
                arrow.setRotation(bearing);
            }
        }

        if(altitude_info != null &&longitude_info != null &&latitude_info !=
null) {
            altitude_info.setText(String.valueOf(ourArvaAltitude));
            longitude_info.setText(String.valueOf(ourArvaLongitude));
            latitude_info.setText(String.valueOf(ourArvaLatitude));
        }
        distanceTextView.setText(String.valueOf(Math.round(distance)) + "
m");
    }
    else if(dvaArrayList.isEmpty()){
        distanceTextView.setText("No victims found!");
    }
}

```

```

    }
}

//Descomposing packet received
private void receivePacket(String sbprint){
    DVA newDva = new DVA();
    String id, type;
    int checksum = 0;
    boolean error = false;
    try {
        Log.i("sbprint: ", sbprint);
        type = String.valueOf(sbprint.charAt(3));
        id = sbprint.substring(4, 17);
        receivingArvaLatitude =
Double.parseDouble(sbprint.substring(17,25));
        receivingArvaLongitude =
Double.parseDouble(sbprint.substring(25,33));
        newDva.setDev_id(id);
        newDva.setLatitude(receivingArvaLatitude);
        newDva.setLongitude(receivingArvaLongitude);

    } catch (IndexOutOfBoundsException | NumberFormatException
e) {
        e.printStackTrace();
        error = true;
    }

    if (error == false) {
        addDvaToArray(newDva);
        currentMax++;
        recalculate();
    }
}

private void addDvaToArray(DVA dvaObject){

    Location ourArva = new Location("Our DVA");
    Location distantArva = new Location("Distant DVA");
    float actDistance = 0, newDistance = 0;

    ourArva.setLatitude(ourArvaLatitude);
    ourArva.setLongitude(ourArvaLongitude);

    distantArva.setLatitude(dvaObject.getLatitude());
    distantArva.setLongitude(dvaObject.getLongitude());

    newDistance = ourArva.distanceTo(distantArva);
    boolean found = false;

    Log.i("dvaObject", dvaObject.getDev_id());

    if (!dvaArrayList.isEmpty()) {
        for (int i = 0; i < dvaArrayList.size() && found == false; i++) {
            if
((dvaArrayList.get(i).getDev_id()).equals(dvaObject.getDev_id())){

```



```

        found = true;
dvaArrayList.get(i).setLatitude(dvaObject.getLatitude());
dvaArrayList.get(i).setLongitude(dvaObject.getLongitude());
    }
}
if (found == false) {
for (int i = 0; i < dvaArrayList.size() && found == false; i++) {

        distantArva = new Location("distantArva");

distantArva.setLatitude((dvaArrayList.get(i).getLatitude()));

distantArva.setLongitude((dvaArrayList.get(i).getLongitude()));

        actDistance = ourArva.distanceTo(distantArva);
if (newDistance < actDistance) {
dvaArrayList.add(i, dvaObject);
currentMax++;

        found = true;
        Toast.makeText(this, dvaArrayList.size() + "
victims found",
                        Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }
}
}

else if (dvaArrayList.isEmpty() || found == false){
dvaArrayList.add(dvaObject);
currentMax++;
        Toast.makeText(this, dvaArrayList.size() + " victims
found", Toast.LENGTH_SHORT).show();
    }
}
}

```

Bluetooth Device List Activity

```

package arvapp.navigation;

import android.bluetooth.BluetoothAdapter;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.content.BroadcastReceiver;
import android.content.Context;
import android.content.Intent;
import android.content.IntentFilter;
import android.os.Bundle;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.support.v7.widget.ListViewCompat;
import android.support.v7.widget.Toolbar;
import android.util.Log;
import android.view.Menu;
import android.view.MenuItem;

```

```

import android.widget.Toast;

import java.lang.reflect.Method;
import java.util.ArrayList;

public class BluetoothDeviceListActivity extends AppCompatActivity{

private BluetoothAdapter bluetoothAdapter = null;
private DeviceListAdapter listAdapter = null;
private ListViewCompat listViewCompat = null;
private ArrayList<BluetoothDevice>data = new ArrayList<>();

private BluetoothDevicecurrDevice = null;

@Override
protected void onCreate(Bundle savedInstanceState){
super.onCreate(savedInstanceState);
    setContentView(R.layout.ble_device_list_layout);

    Toolbar toolbar = (Toolbar)findViewById(R.id.toolbarBle);
    setSupportActionBar(toolbar);

bluetoothAdapter = BluetoothAdapter.getDefaultAdapter();

//Our custom listview, has the devices found in our scan
listAdapter = new DeviceListAdapter(this);
listAdapter.setData(data);
listAdapter.setListener(new
DeviceListAdapter.OnPairButtonClickListener(){
@Override
public void onPairButtonClick(int position){
currDevice = data.get(position);

if(currDevice.getBondState() != BluetoothDevice.BOND_BONDED){
        Toast.makeText(getApplicationContext(),
"Pairing. . .", Toast.LENGTH_LONG).show();
if(pairDevice(currDevice) != null){
            Intent res = new
Intent(BluetoothDeviceListActivity.this, MainActivity.class);
            Log.i("Currdevice 1: ",
currDevice.getAddress());
            res.putExtra("BluetoothDevice", currDevice);

BluetoothDeviceListActivity.this.setResult(MainActivity.RESULT_OK,
res);

            BluetoothDeviceListActivity.this.finish();
        }
    }
else{
        Toast.makeText(getApplicationContext(),
"Could not pair with the device, try again please",
Toast.LENGTH_LONG).show();
    }
}

else if(currDevice.getBondState() == BluetoothDevice.BOND_BONDED){

```

```

//Toast.makeText(getApplicationContext(), "Unpairing. . .",
Toast.LENGTH_LONG).show();
        //unpairDevice(currDevice);
Intent res = new Intent(BluetoothDeviceListActivity.this,
MainActivity.class);
        res.putExtra("BluetoothDevice", currDevice);
        Log.i("Currdevice2: ", currDevice.getAddress());

BluetoothDeviceListActivity.this.setResult(MainActivity.RESULT_OK,
res);

        BluetoothDeviceListActivity.this.finish();

    }

    });

//The listView that contains our devices, must be invalidated when
new data comes
listViewCompat = (ListViewCompat)findViewById(R.id.list_devices);
listViewCompat.setAdapter(listAdapter);

        startSearching();
    }

@Override
public boolean onCreateOptionsMenu(Menu menu) {
    // Inflate the menu; this adds items to the action bar if it is
    present.
    getMenuInflater().inflate(R.menu.menu_ble, menu);
    return true;
}

@Override
public boolean onOptionsItemSelected(MenuItem item) {
    // Handle action bar item clicks here. The action bar will
    // automatically handle clicks on the Home/Up button, so
    long
    // as you specify a parent activity in AndroidManifest.xml.
    int id = item.getItemId();

    //noinspection SimplifiableIfStatement
    if (id == R.id.refresh) {
        startSearching();
        return true;
    }

    return super.onOptionsItemSelected(item);
}

@Override
protected final void onPause() {
    super.onPause();

    BluetoothDeviceListActivity.this.unregisterReceiver(myReceiver);
}

```

```

// Create a BroadcastReceiver for ACTION_FOUND
private final BroadcastReceiver myReceiver = new BroadcastReceiver()
{
    @Override
    public void onReceive(Context context, Intent intent) {
        String action = intent.getAction();
        //When discovery finds a device
        if(BluetoothDevice.ACTION_FOUND.equals(action)){
            //Do whatever you want with the data
            BluetoothDevice device =
            intent.getParcelableExtra(BluetoothDevice.EXTRA_DEVICE);
            if(data.size() < 1){
                Log.i("Log", "found device:" +
                device.getAddress());
                data.add(device);
                /*listAdapter.notifyDataSetInvalidated();
                listAdapter.setData(data);*/
                listAdapter.notifyDataSetChanged();
                listViewCompat.invalidateViews();
            }
            else{
                boolean unique = true;
                for(int i = 0; i < data.size(); i++){
                    if(device.getAddress().equals(data.get(i).getAddress())){
                        unique = false;
                    }
                }

                if(unique){
                    Log.i("Log", "found device:" +
                    device.getAddress());
                    data.add(device);
                    /*listAdapter.notifyDataSetInvalidated();
                    listAdapter.setData(data);*/
                    listAdapter.notifyDataSetChanged();
                    listViewCompat.invalidateViews();
                }
            }
        }
    }
};

//Private function, scans for new devices
private void startSearching() {
    Log.i("Log", "in the start searching method");
    IntentFilter intentFilter = new
    IntentFilter(BluetoothDevice.ACTION_FOUND);

    BluetoothDeviceListActivity.this.registerReceiver(myReceiver,
    intentFilter);
    bluetoothAdapter.startDiscovery();
}

//Private function, pairs a BluetoothDevice
private BluetoothDevice pairDevice(BluetoothDevice device) {

```

```

try {
    Method method =
device.getClass().getMethod("createBond", (Class[]) null);
    method.invoke(device, (Object[]) null);
return device;
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
return null;
}
}

//Private function, unpairs a BluetoothDevice
private void unpairDevice(BluetoothDevice device){
try {
    Method method =
device.getClass().getMethod("removeBond", (Class[]) null);
    method.invoke(device, (Object[]) null);

    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
}
}

```

DBContract

```
package arvapp.navigation;
import android.provider.BaseColumns;

public class DBContract {
    // Inicialització de les variables comunes que s'utilitzaran per la
    // creació de les taules
    public static final int DATABASE_VERSION = 1;
    // Versió de la bd
    public static final String DATABASE_NAME = "Arvapp.db";
    // Nom de la bd
    private static final String TEXT_TYPE = " TEXT";
    // Tipus de text
    private static final String REAL_TYPE = " REAL";
    // Tipus float
    private static final String COMMA_SEP = ",";
    // Separació

    /**
     * Constructora. Se sol definir així per tal que la crida de la
     * constructora de la classe
     * Contract no tingui cap efecte.
     */
    private DBContract() {}

    /**
     * Classe RegisteredDevices (registeredDevices).
     */

    public static abstract class RegisteredDevices implements
    BaseColumns {
        public static final String TABLE_NAME = "registeredDevices";
        public static final String COLUMN_DEV_ID = "dev_id";
        public static final String COLUMN_LAT = "latitude";
        public static final String COLUMN_LON = "longitude";
        public static final String COLUMN_LASTUPDATED = "date";

        // String que proporciona la creació de la taula "Table1"
        public static final String CREATE_TABLE = "CREATE TABLE " +
        TABLE_NAME + " (" +
        COLUMN_DEV_ID + TEXT_TYPE + " UNIQUE" + COMMA_SEP +
        COLUMN_LAT + REAL_TYPE + COMMA_SEP + COLUMN_LON +
        REAL_TYPE + COMMA_SEP + COLUMN_LASTUPDATED + TEXT_TYPE + " )";

        // String que proporciona l'eliminació de la taula "Table1"
        public static final String DELETE_TABLE = "DROP TABLE IF EXISTS " +
        TABLE_NAME;
    }
}
```

DBHelper

```
package arvapp.navigation;
import android.content.Context;
import android.database.sqlite.SQLiteDatabase;
import android.database.sqlite.SQLiteOpenHelper;

public class DBHelper extends SQLiteOpenHelper {
    public DBHelper(Context context) {
        super(context, DBContract.DATABASE_NAME, null,
            DBContract.DATABASE_VERSION);
    }

    @Override
    public void onCreate(SQLiteDatabase db) {
        db.execSQL(DBContract.RegisteredDevices.CREATE_TABLE);
    }

    @Override
    public void onUpgrade(SQLiteDatabase db, int oldVersion, int
        newVersion) {
        db.execSQL(DBContract.RegisteredDevices.DELETE_TABLE);

        onCreate(db);
    }
}
```

DBManager

```
package arvapp.navigation;

import android.content.ContentValues;
import android.content.Context;
import android.database.Cursor;
import android.database.sqlite.SQLiteDatabase;

import java.util.ArrayList;
import java.util.Calendar;
import java.util.Date;
import java.util.GregorianCalendar;

public class DBManager {

    private DBHelper dbHelper;

    DBManager(Context context) {
        this.dbHelper = new DBHelper(context);
    }

    public void insereix(String dev_id, double latitude, double longitude) {
        SQLiteDatabase db = dbHelper.getWritableDatabase();

        Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);

        ContentValues values = new ContentValues();
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID, dev_id);
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LAT, latitude);
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LON, longitude);
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LASTUPDATED, c.toString());

        db.insert(DBContract.RegisteredDevices.TABLE_NAME, null, values);
    }

    public void insereix(DVA dva) {
        SQLiteDatabase db = dbHelper.getWritableDatabase();

        ContentValues values = new ContentValues();
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID, dva.getDev_id());
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LAT, dva.getLatitude());
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LON, dva.getLongitude());
        values.put(DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_LASTUPDATED,
```



```

dva.getLastUpdate());

        db.insert(DBContract.RegisteredDevices.TABLE_NAME, null,
values);
    }

private void eliminar(String dev_id) {
    SQLiteDatabase db = dbHelper.getWritableDatabase();

    db.delete(DBContract.RegisteredDevices.TABLE_NAME,
        DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID + "=?",
new String[] {dev_id});

    db.close();
}

public ArrayList<DVA> query(String devId_searched){
    ArrayList<DVA> dvaArr = new ArrayList<>();
    SQLiteDatabase db = dbHelper.getReadableDatabase();
    String sql = "SELECT * FROM " +
DBContract.RegisteredDevices.TABLE_NAME +
" WHERE " + DBContract.RegisteredDevices.COLUMN_DEV_ID + " ='" +
        devId_searched + "'";

    Cursor cursor = db.rawQuery(sql, null);
if (cursor.moveToFirst()){
do {

        DVA dva = new DVA();

        dva.setDev_id(cursor.getString(cursor.getColumnIndex(DBContract.Regi
steredDevices.COLUMN_DEV_ID)));

        dva.setLatitude(cursor.getDouble(cursor.getColumnIndex(DBContract.Re
gisteredDevices.COLUMN_LAT)));

        dva.setLongitude(cursor.getDouble(cursor.getColumnIndex(DBContract.R
egisteredDevices.COLUMN_LON)));

        dva.setLastUpdate(cursor.getString(cursor.getColumnIndex(DBContract.
RegisteredDevices.COLUMN_LASTUPDATED)));
        dvaArr.add(dva);
    }
while (cursor.moveToNext());
    }
    cursor.close();

return dvaArr;
}
}

```

DeviceListManager

```
package arvapp.navigation;

import java.util.List;

import android.app.Activity;
import android.bluetooth.BluetoothDevice;
import android.content.Context;

import android.content.Intent;
import android.os.Bundle;
import android.view.LayoutInflater;
import android.view.View;
import android.view.ViewGroup;

import android.widget.BaseAdapter;
import android.widget.Button;
import android.widget.TextView;

public class DeviceListAdapter extends BaseAdapter{

    private LayoutInflater mInflater;
    private List<BluetoothDevice>mData;
    private OnPairButtonClickListener mListener;

    public DeviceListAdapter(Context context) {

        mInflater = LayoutInflater.from(context);
    }

    public void setData(List<BluetoothDevice> data){
        mData = data;
    }

    public void setListener(OnPairButtonClickListener listener) {
        mListener = listener;
    }

    public int getCount() {
        return (mData == null) ? 0 : mData.size();
    }

    public Object getItem(int position) {
        return null;
    }

    public long getItemId(int position) {
        return position;
    }

    public View getView(final int position, View convertView, ViewGroup
parent) {
        ViewHolder holder;
```

```

if (convertView == null) {
    convertView =
mInflater.inflate(R.layout.list_item_device, null);

    holder = new ViewHolder();

    holder.nameTv = (TextView)
convertView.findViewById(R.id.tv_name);
    holder.addressTv = (TextView)
convertView.findViewById(R.id.tv_address);
    holder.pairBtn = (Button)
convertView.findViewById(R.id.btn_pair);

    convertView.setTag(holder);
} else {
    holder = (ViewHolder) convertView.getTag();
}

final BluetoothDevice device = mData.get(position);

holder.nameTv.setText(device.getName());
holder.addressTv.setText(device.getAddress());
holder.pairBtn.setText((device.getBondState() ==
    BluetoothDevice.BOND_BONDED) ? "Unpair" : "Pair");
holder.pairBtn.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{
    @Override
    public void onClick(View v) {
        if (mListener != null) {
            mListener.onPairButtonClick(position);
        }
    }
});

return convertView;
}

static class ViewHolder {
    TextView nameTv;
    TextView addressTv;
    TextView pairBtn;
}

public interface OnPairButtonClickListener {
    public abstract void onPairButtonClick(int position);
}
}

```

DVA

```

package arvapp.navigation;

import java.io.Serializable;
import java.util.Calendar;
import java.util.Date;
import java.util.GregorianCalendar;

public class DVA implements Serializable {

    private String dev_id;
    private double latitude;
    private double longitude;
    private String lastUpdate;

    //Constructors

    public DVA() {
        Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
        this.lastUpdate = c.toString();
    }

    public DVA(String dev_id, double latitude, double longitude) {
        Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);

        this.dev_id = dev_id;
        this.latitude = latitude;
        this.longitude = longitude;
        this.lastUpdate = c.toString();
    }

    public DVA(DVA dva) {
        dev_id = dva.dev_id;
        latitude = dva.latitude;
        longitude = dva.longitude;
        lastUpdate = dva.lastUpdate;
    }

    //Get methods

    public String getDev_id() {
        return dev_id;
    }

    public double getLatitude() {
        return latitude;
    }

    public double getLongitude() {
        return longitude;
    }

    public String getLastUpdate() {
        return lastUpdate;
    }
}

```

```

//Set methods

public void setDev_id(String dev_id){
    this.dev_id = dev_id;
    Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
    this.lastUpdate = c.toString();
}

public void setLatitude(double latitude){
    this.latitude = latitude;
    Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
    this.lastUpdate = c.toString();
}

public void setLongitude(double longitude){
    this.longitude = longitude;
    Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
    this.lastUpdate = c.toString();
}

public void setLastUpdate(){
    Calendar c = GregorianCalendar.getInstance();
        c.get(Calendar.HOUR_OF_DAY);
    this.lastUpdate = c.toString();
}

public void setLastUpdate(String lastUpdate){
    this.lastUpdate = lastUpdate;
}
}

```

MainActivity

```
package arvapp.navigation;

import android.content.DialogInterface;
import android.graphics.Color;
import android.os.Bundle;
import android.support.design.widget.FloatingActionButton;
import android.support.design.widget.NavigationView;
import android.support.design.widget.Snackbar;
import android.support.v4.widget.DrawerLayout;
import android.support.v7.app.ActionBarDrawerToggle;
import android.support.v7.app.AlertDialog;
import android.support.v7.app.AppCompatActivity;
import android.support.v4.app.FragmentManager;
import android.support.v7.widget.Toolbar;
import android.telephony.SmsManager;
import android.view.MenuItem;
import android.support.v4.app.FragmentTransaction;
import android.view.View;

public class MainActivity extends AppCompatActivity {
    DrawerLayout mDrawerLayout;
    NavigationView mNavigationView;
    FragmentManager mFragmentManager;
    FragmentTransaction mFragmentTransaction;

    @Override
    protected void onCreate(Bundle savedInstanceState) {
        super.onCreate(savedInstanceState);
        setContentView(R.layout.activity_main);

        mDrawerLayout = (DrawerLayout)
        findViewById(R.id.drawerLayout);
        mNavigationView = (NavigationView)
        findViewById(R.id.shitstuff);

        mFragmentManager = getSupportFragmentManager();
        mFragmentTransaction = mFragmentManager.beginTransaction();
        mFragmentTransaction.replace(R.id.containerView, new
        TabFragment()).commit();

        mNavigationView.setNavigationItemSelectedListener(new
        NavigationView.OnNavigationItemSelectedListener() {
            @Override
            public boolean onNavigationItemSelected(MenuItem menuItem) {
                mDrawerLayout.closeDrawers();

                if (menuItem.getItemId() == R.id.nav_mode) {
                    FragmentTransaction fragmentTransaction =
                    mFragmentManager.beginTransaction();
                    fragmentTransaction.replace(R.id.containerView,
                    new TabFragment()).commit();
                }
            }
        });
    }
}
```

```

if (menuItem.getItemId() == R.id.nav_flockMode) {
    FragmentTransaction xfragmentTransaction =
mFragmentManager.beginTransaction();
    xfragmentTransaction.replace(R.id.containerView,
new FlockFragment()).commit();
}

if (menuItem.getItemId() == R.id.nav_help) {

}

if (menuItem.getItemId() == R.id.nav_call) {

}

return false;
}
});

Toolbar toolbar = (Toolbar) findViewById(R.id.toolbar);
ActionBarDrawerToggle mDrawerToggle = new
ActionBarDrawerToggle(this, mDrawerLayout, toolbar,
R.string.app_name,
R.string.app_name);

mDrawerLayout.setDrawerListener(mDrawerToggle);

mDrawerToggle.syncState();

listeners();
}

public void listeners() {
    FloatingActionButton fab = (FloatingActionButton)
findViewById(R.id.fab);
    fab.setOnClickListener(new View.OnClickListener() {
        @Override
public void onClick(final View v) {
new AlertDialog.Builder(v.getContext())
    .setIcon(R.drawable.boto_112)
    .setTitle("Emergency Services Alert")
    .setMessage("Proceed calling 112 for an
emergency?")
    .setNegativeButton("No", null)
    .setPositiveButton("Yes", new
DialogInterface.OnClickListener() {
        @Override
public void onClick(DialogInterface dialogInterface, int i) {
            callForHelp(v);
        }
    })
    .show();
}
});
}
}

```

```

private void callForHelp(final View v) {
    SmsManager smsManager = SmsManager.getDefault();
    //smsManager.sendTextMessage("112", null,
    // "DVA Automated message! A DVA device has detected an
    emergency in Latitude: "
    // + String.valueOf(ourArvaLatitude) + " longitude: " +
    // String.valueOf(ourArvaLongitude), null, null);
    //Toast.makeText(this, "Sending message to 112",
    Toast.LENGTH_LONG).show();
    final Snackbar snack = Snackbar.make(v, "Sending message to 112",
    Snackbar.LENGTH_LONG);
    snack.setActionTextColor(Color.CYAN);
    snack.setAction("CLOSE", new View.OnClickListener() {
        @Override
    public void onClick(View view) {
        snack.dismiss();
        }
    });
    snack.show();
}
}

```


MapFragment

```
package arvapp.navigation;
import android.os.Bundle;
import android.support.annotation.Nullable;
import android.support.v4.app.Fragment;
import android.view.LayoutInflater;
import android.view.View;
import android.view.ViewGroup;

import com.google.android.gms.maps.CameraUpdateFactory;
import com.google.android.gms.maps.GoogleMap;
import com.google.android.gms.maps.OnMapReadyCallback;
import com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment;
import com.google.android.gms.maps.model.LatLng;
import com.google.android.gms.maps.model.MarkerOptions;

public class MapFragment extends SupportMapFragment implements
    OnMapReadyCallback{

    private static GoogleMap mMap;
    public MapFragment() {

    }

    @Override
    public void onResume() {
        super.onResume();
        setUpMapIfNeeded();
    }

    private void setUpMapIfNeeded() {

        if (mMap == null) {
            getMapAsync(this);
        }
    }

    @Override
    public void onMapReady(GoogleMap googleMap) {
        mMap = googleMap;
        mMap.setMapType(GoogleMap.MAP_TYPE_HYBRID);
        mMap.getUiSettings().setMapToolbarEnabled(false);
        LatLng sydney = new LatLng(-34, 151);
        mMap.addMarker(new MarkerOptions().position(sydney).title("Marker in
        Sydney"));
        mMap.moveCamera(CameraUpdateFactory.newLatLng(sydney));
    }
}
```

ModeFragment

```
package arvapp.navigation;

import android.graphics.Color;
import android.os.Bundle;
import android.support.annotation.Nullable;
import android.support.design.widget.NavigationView;
import android.support.v4.app.Fragment;
import android.support.v4.view.PagerAdapter;
import android.support.v4.view.ViewPager;
import android.view.LayoutInflater;
import android.view.View;
import android.view.ViewGroup;
import android.widget.Button;
import android.widget.ImageButton;

public class ModeFragment extends Fragment {

    int fragmentToDisplay = 2;

    @Nullable
    @Override
    public View onCreateView(LayoutInflater inflater, final ViewGroup
        container, Bundle savedInstanceState) {

        View rootview = null;
        switch (fragmentToDisplay) {
            case 1:
                rootview = inflater.inflate(R.layout.mode_rx_layout,
                    container, false);
                Button change = (Button)
                    rootview.findViewById(R.id.rx_chmode_butt);
                ImageButton imageDone = (ImageButton)
                    rootview.findViewById(R.id.rescuedVictim);
                imageDone.setImageResource(R.drawable.ic_done);

                imageDone.setColorFilter(Color.parseColor("#ffffff"));

                change.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
                {
                    @Override
                    public void onClick(View view) {
                        fragmentToDisplay = 2;
                        ViewPager s = (ViewPager)
                            container.findViewById(R.id.viewpager);
                        PagerAdapter p = s.getAdapter();
                        p.notifyDataSetChanged();
                    }
                });
                break;

            case 2:
                rootview =
                    inflater.inflate(R.layout.mode_tx_layout, null);
```

```

        change = (Button)
rootview.findViewById(R.id.tx_chmode_butt);
        change.setOnClickListener(new View.OnClickListener()
{
    @Override
public void onClick(View view) {
        fragmentToDisplay = 1;
        ViewPager s = (ViewPager)
container.findViewById(R.id.viewpager);
        PagerAdapter p = s.getAdapter();
        p.notifyDataSetChanged();
    }
});
break;
    }

return rootview;
    }
}

```

StatFragment

```
package arvapp.navigation;

/**
 * Created by Feature on 25/06/2016.
 */
import android.os.Bundle;
import android.support.annotation.Nullable;
import android.support.v4.app.Fragment;
import android.view.LayoutInflater;
import android.view.View;
import android.view.ViewGroup;

public class StatFragment extends Fragment {

    @Nullable
    @Override
    public View onCreateView(LayoutInflater inflater, ViewGroup
container, Bundle savedInstanceState) {
    return inflater.inflate(R.layout.stat_layout, null);
    }
}
```

TabFragment

```
package arvapp.navigation;

import android.os.Bundle;
import android.support.annotation.Nullable;
import android.support.design.widget.TabLayout;
import android.support.v4.app.Fragment;
import android.support.v4.app.FragmentManager;
import android.support.v4.app.FragmentPagerAdapter;
import android.support.v4.view.ViewPager;
import android.view.LayoutInflater;
import android.view.View;
import android.view.ViewGroup;

public class TabFragment extends Fragment {

    public static TabLayout tabLayout;
    public static ViewPager viewPager;
    public static int int_items = 3 ;
        View aux;

    @Nullable
    @Override
    public View onCreateView(LayoutInflater inflater, ViewGroup
container, Bundle savedInstanceState) {

        View x = inflater.inflate(R.layout.tab_layout, null);
        aux = x;
        tabLayout = (TabLayout) x.findViewById(R.id.tabs);
        viewPager = (ViewPager) x.findViewById(R.id.viewpager);

        viewPager.setAdapter(new MyAdapter(getChildFragmentManager()));

        tabLayout.post(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                tabLayout.setupWithViewPager(viewPager);
            }
        });

        return x;
    }

    class MyAdapter extends FragmentPagerAdapter{

        public MyAdapter(FragmentManager fm) {
            super(fm);
        }

        @Override
        public Fragment getItem(int position)
        {
            switch (position){
                case 0 : return new ModeFragment();
            }
        }
    }
}
```

```

    case 1 : return new MapFragment();
    case 2 : return new StatFragment();
            }
    return null;
    }

    @Override
    public int getItemPosition(Object ob){
    return POSITION_NONE;
    }

    @Override
    public int getCount() {
    return int_items;
    }

    @Override
    public CharSequence getPageTitle(int position) {

    switch (position){
    case 0 :
    return "Mode";
    case 1 :
    return "Map";
    case 2 :
    return "States";
    }

    return null;
    }

    }
}

```

LAYOUT

activity_bluetooth

```
<RelativeLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:id="@+id/relative"
android:orientation="vertical"
tools:context="arvapp.navigation.BluetoothActivity">

<ImageView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:src="@drawable/mount"
android:scaleType="fitXY"/>

<TextView
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:textAppearance="?android:attr/textAppearanceLarge"
android:text="@string/ble_info_hint"
android:id="@+id/ble_info"
android:layout_marginTop="30sp"
android:textColor="@android:color/white"
android:textAlignment="center" />

<Button
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignParentBottom="true"
android:layout_marginBottom="55sp"
android:layout_centerHorizontal="true"
android:text="@string/ble_buttt_hint"
android:id="@+id/ble_enable_buttt"
android:background="@drawable/custom_button_scan"
android:textColor="#ffffff"
android:textSize="15sp" />

</RelativeLayout>
```

activity_main

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<android.support.design.widget.CoordinatorLayout
    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
    android:id="@+id/coordinatorlayout"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent">

    <LinearLayout
        xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
        xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:fitsSystemWindows="true"
        android:orientation="vertical">

        <android.support.v7.widget.Toolbar
            xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
            android:layout_width="match_parent"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:background="#7027C3"
            android:id="@+id/toolbar"
            android:theme="@style/ThemeOverlay.AppCompat.Dark.ActionBar"
            app:title="ArvApp Tabs" />

        <android.support.v4.widget.DrawerLayout
            xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
            xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
            android:layout_height="match_parent"
            android:layout_width="match_parent"
            android:id="@+id/drawerLayout">
            <FrameLayout
                android:orientation="vertical"
                android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="wrap_content"
                android:id="@+id/containerView">

            </FrameLayout>

            <android.support.design.widget.NavigationView
                xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
                xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
                android:layout_width="wrap_content"
                android:layout_height="match_parent"
                android:layout_gravity="start"
                android:id="@+id/shitstuff"
                app:itemTextColor="@android:color/black"
                app:menu="@menu/activity_main_drawer"
            />

        </android.support.v4.widget.DrawerLayout>

    </LinearLayout>
```



```
<android.support.design.widget.FloatingActionButton
    android:id="@+id/fab"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_gravity="end|bottom"
    android:layout_margin="@dimen/fab_margin"
    android:src="@android:drawable/sym_call_outgoing" />

</android.support.design.widget.CoordinatorLayout>
```

ble_device_list_layout

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<android.support.design.widget.CoordinatorLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:id="@+id/main_contentBle"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:fitsSystemWindows="true"
tools:context="arvapp.navigation.BluetoothActivity">

<android.support.design.widget.AppBarLayout
android:id="@+id/appbarBle"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content"
android:paddingTop="@dimen/appbar_padding_top"
android:background="#7027C3"
android:theme="@style/AppTheme.AppBarOverlay">

<android.support.v7.widget.Toolbar
android:id="@+id/toolbarBle"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="?attr/actionBarSize"
android:background="#7027C3"
app:layout_scrollFlags="scroll|enterAlways"
app:popupTheme="@style/AppTheme.PopupOverlay">

</android.support.v7.widget.Toolbar>

</android.support.design.widget.AppBarLayout>

<android.support.v7.widget.ListViewCompat
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:id="@+id/list_devices"
android:layout_marginTop="65dp"
android:cacheColorHint="#00000000"/>

</android.support.design.widget.CoordinatorLayout>
```

list_item_device

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RelativeLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:orientation="vertical"
android:paddingTop="5dp"
android:paddingBottom="5dp">

<Button
android:id="@+id/btn_pair"
android:layout_width="125dp"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_centerInParent="true"
android:layout_alignParentRight="true"
android:text="@string/text_pair" />

<TextView
android:id="@+id/tv_name"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_toLeftOf="@+id/btn_pair"
android:layout_alignTop="@+id/btn_pair"
android:layout_alignParentLeft="true"
android:textSize="16sp"
android:textColor="#000000"
android:text="Galaxy Nexus" />

<TextView
android:id="@+id/tv_address"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_toLeftOf="@+id/btn_pair"
android:layout_alignParentLeft="true"
android:layout_alignBottom="@+id/btn_pair"
android:text="0000000000" />

</RelativeLayout>
```

map_layout

```
<fragment xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:map="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:id="@+id/map"
android:name="com.google.android.gms.maps.SupportMapFragment"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="0dp"
android:layout_weight=".75"
android:layout_margin="20dp"
tools:context="arvapp.navigation.MapFragment" />
```

tab_layout

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:app="http://schemas.android.com/apk/res-auto"
android:layout_width="match_parent"
android:orientation="vertical"
android:layout_height="wrap_content">

<android.support.design.widget.TabLayout
android:id="@+id/tabs"
app:tabGravity="fill"
app:tabMode="fixed"
android:background="@color/material_blue_grey_800"
app:tabIndicatorColor="#B564E3"
app:tabSelectedTextColor="@android:color/white"
app:tabTextColor="@android:color/white"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="wrap_content">
</android.support.design.widget.TabLayout>

<android.support.v4.view.ViewPager
android:id="@+id/viewpager"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent">
</android.support.v4.view.ViewPager>

</LinearLayout>
```

mode_tx_layout

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RelativeLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
```

```

xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="match_parent"
android:layout_height="match_parent"
android:paddingBottom="@dimen/activity_vertical_margin"
android:paddingLeft="@dimen/activity_horizontal_margin"
android:paddingRight="@dimen/activity_horizontal_margin"
android:paddingTop="@dimen/activity_vertical_margin"
>

<TextView
android:id="@+id/textView"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="@string/emisio_hint"
android:textSize="25sp"
android:layout_centerHorizontal="true" />

<Button
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="@string/change_mode_hint"
android:id="@+id/tx_chmode_buttn"
android:background="@drawable/chmode_custom_buton"
android:textColor="#ffffff"
android:layout_alignParentBottom="true"
android:layout_marginBottom="30sp"
android:layout_centerHorizontal="true"
/>
</RelativeLayout>

```

mode_rx_layout

```

<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<RelativeLayout
xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
android:layout_width="fill_parent"
android:layout_height="fill_parent"
android:paddingBottom="@dimen/activity_vertical_margin"
android:paddingLeft="@dimen/activity_horizontal_margin"
android:paddingRight="@dimen/activity_horizontal_margin"
android:paddingTop="@dimen/activity_vertical_margin">

<TextView
android:id="@+id/rx_mode_hint"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="@string/recepcio_hint"
android:textSize="25sp"
android:layout_centerHorizontal="true" />

<ImageView
android:layout_width="fill_parent"
android:layout_height="150dp"
android:id="@+id/rx_arrow"

```

```

android:src="@drawable/arrow"
android:paddingTop="20dp"
android:contentDescription="@string/arrow_CD"
android:layout_below="@+id/rx_mode_hint"
android:layout_alignParentStart="true" />

<TextView
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="Distance"
android:id="@+id/rx_distance_textview"
android:textIsSelectable="false"
android:textSize="20sp"
android:textStyle="bold"
android:layout_below="@+id/rx_arrow"
android:layout_centerHorizontal="true"
android:layout_marginTop="30dp" />

<Button
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:text="@string/change_mode_hint"
android:id="@+id/rx_chmode_buttn"
android:layout_centerHorizontal="true"
android:background="@drawable/chmode_custom_buton"
android:textColor="#ffffff"
android:layout_alignParentBottom="true"
android:layout_marginBottom="30sp" />

<ImageButton
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:id="@+id/rescuedVictim"
android:src="@drawable/ic_done"
android:background="@drawable/rescuedbutton"
android:layout_above="@+id/rx_arrow"
android:layout_alignEnd="@+id/rx_arrow" />

<ImageButton
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:id="@+id/nextVictim"
android:src="@android:drawable/ic_media_ff"
android:background="@drawable/passbutton"
android:layout_alignTop="@+id/rx_distance_textview"
android:layout_alignEnd="@+id/rx_arrow" />

<ImageButton
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:id="@+id/previousVictim"
android:src="@android:drawable/ic_media_rew"
android:background="@drawable/passbutton"
android:layout_alignTop="@+id/rx_distance_textview"
android:layout_alignParentStart="true" />

```

</RelativeLayout>

stat_layout

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<LinearLayout
    xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    android:orientation="vertical" android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent">

    <LinearLayout
        android:orientation="horizontal"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_gravity="right"
        android:layout_marginTop="20dp">

        <TextView
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:text="@string/latitude"
            android:id="@+id/latitude_info"
            android:layout_weight="40"
            android:textSize="15sp"
            android:layout_marginLeft="20dp" />

        <TextView
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:id="@+id/latitude"
            android:textSize="15sp"
            android:layout_weight="60"
            android:gravity="center_horizontal" />
    </LinearLayout>

    <LinearLayout
        android:orientation="horizontal"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content">

        <TextView
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:text="@string/longitude"
            android:id="@+id/longitude_info"
            android:layout_weight="40"
            android:textSize="15sp"
            android:layout_marginLeft="20dp" />

        <TextView
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
```

```

        android:id="@+id/longitude"
        android:layout_weight="60"
        android:textSize="15sp"
        android:gravity="center_horizontal" />
    </LinearLayout>

    <LinearLayout
        android:orientation="horizontal"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="wrap_content">

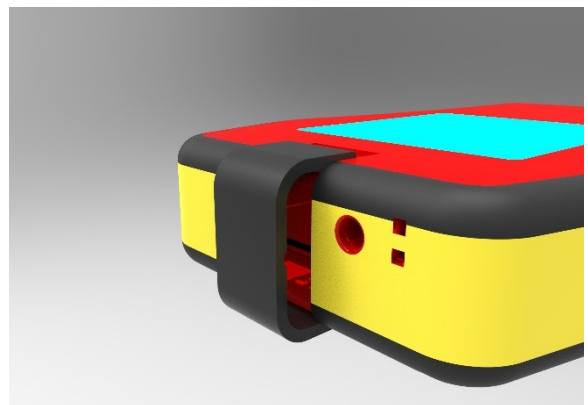
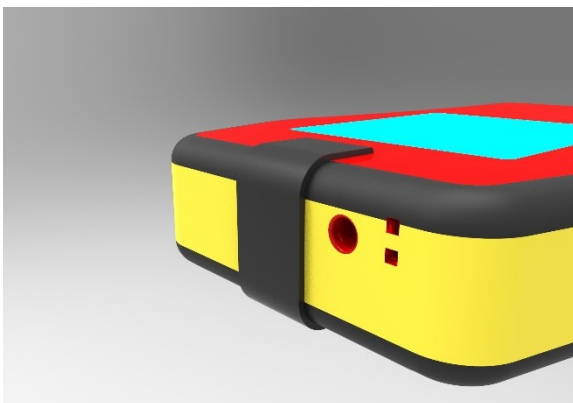
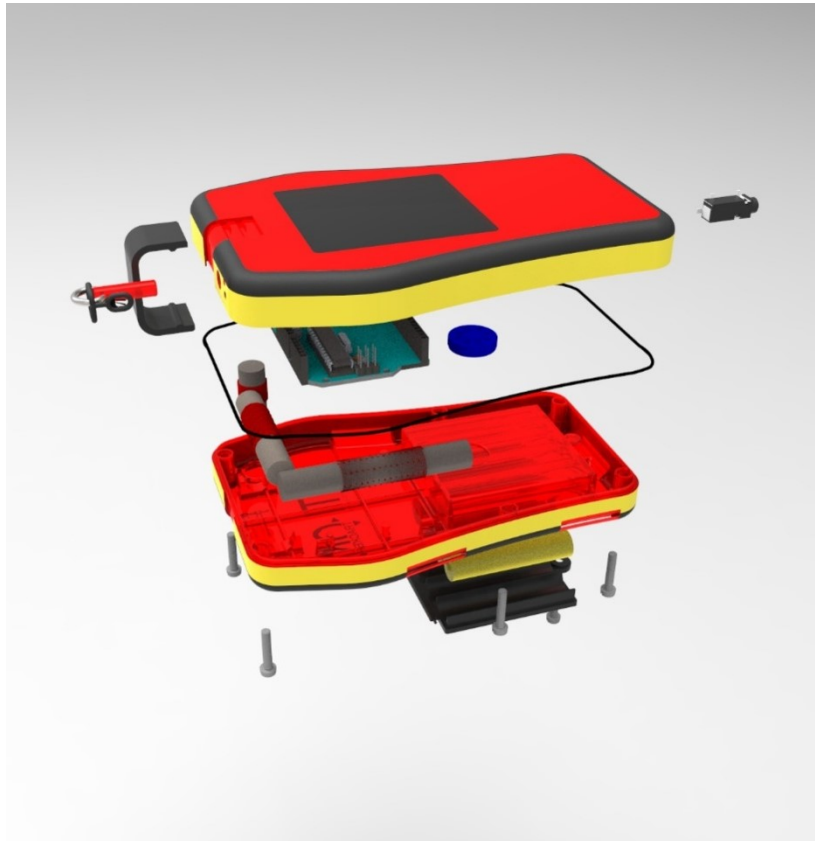
        <TextView
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:text="@string/height"
            android:id="@+id/altitude_info"
            android:layout_weight="40"
            android:textSize="15sp"
            android:layout_marginLeft="20dp" />

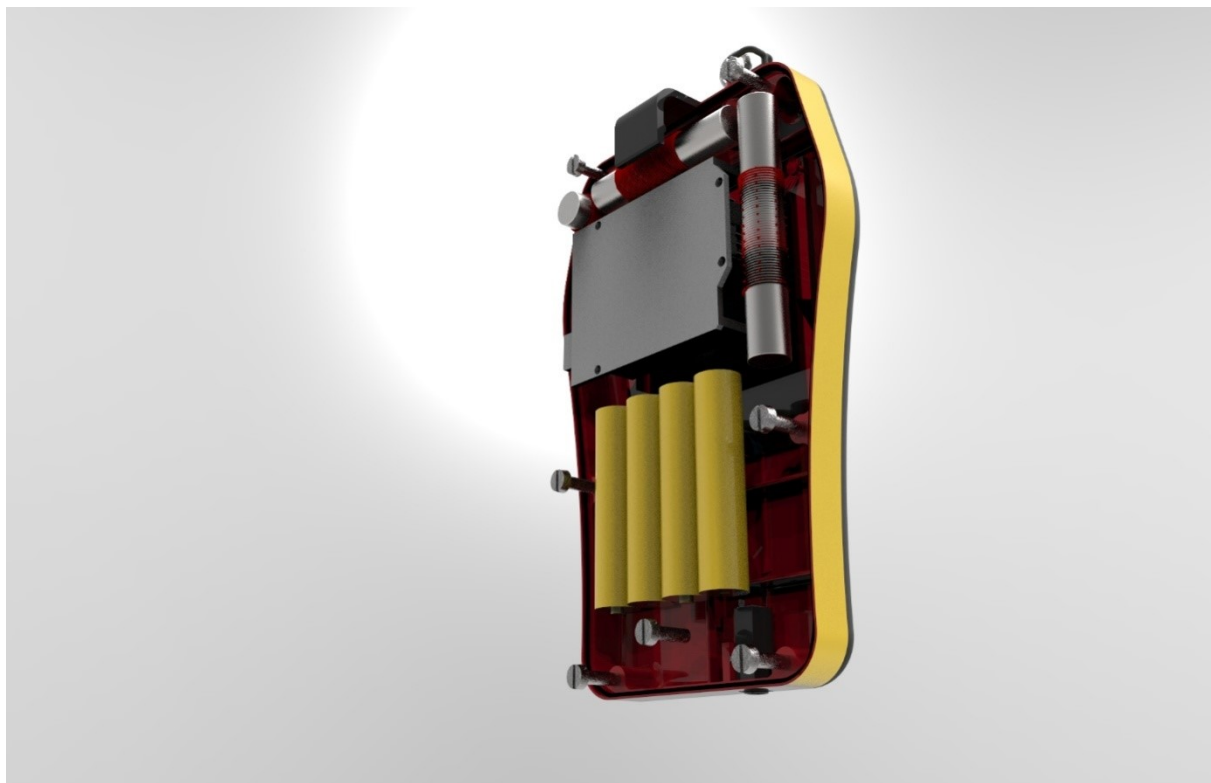
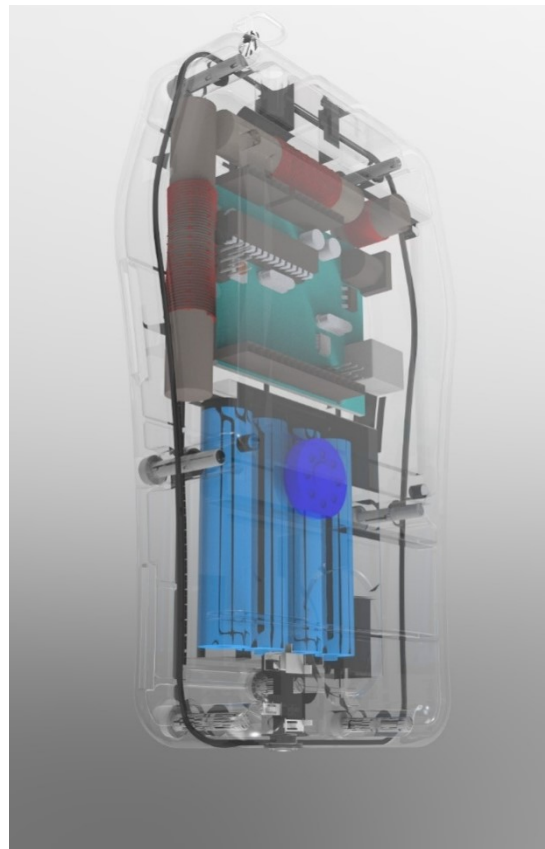
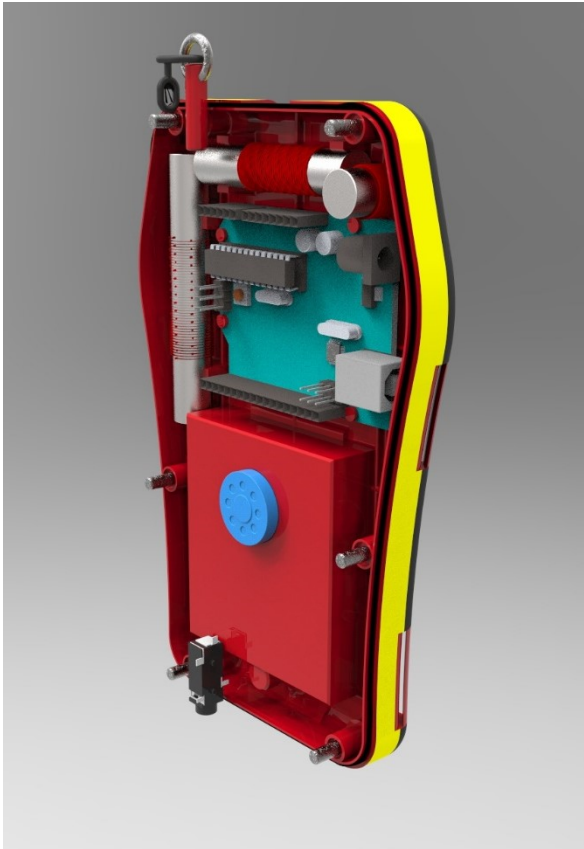
        <TextView
            android:layout_width="wrap_content"
            android:layout_height="wrap_content"
            android:id="@+id/altitude"
            android:layout_weight="60"
            android:textSize="15sp"
            android:gravity="center_horizontal" />
    </LinearLayout>
</LinearLayout>

```

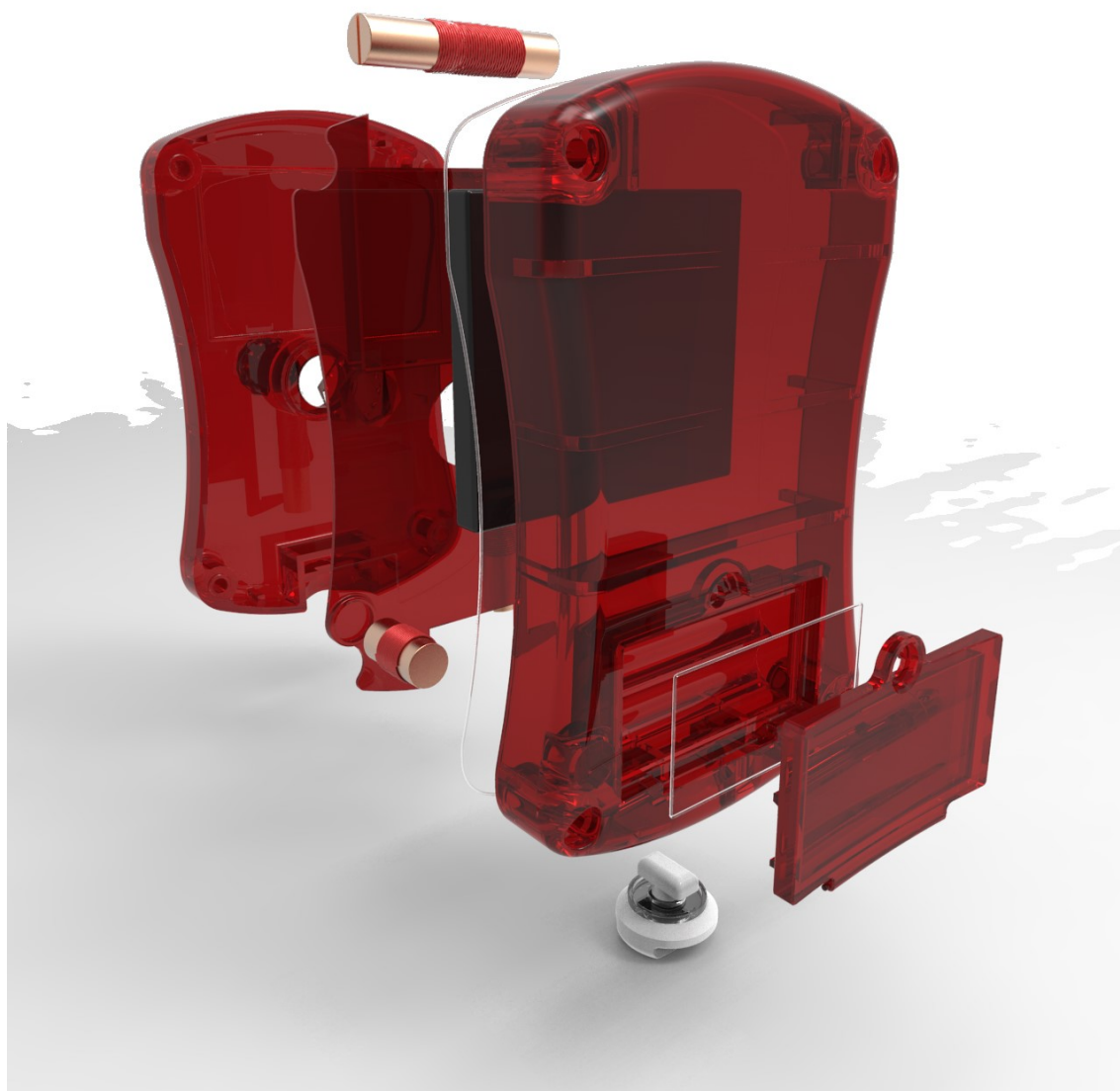

16.4.- RENDERS

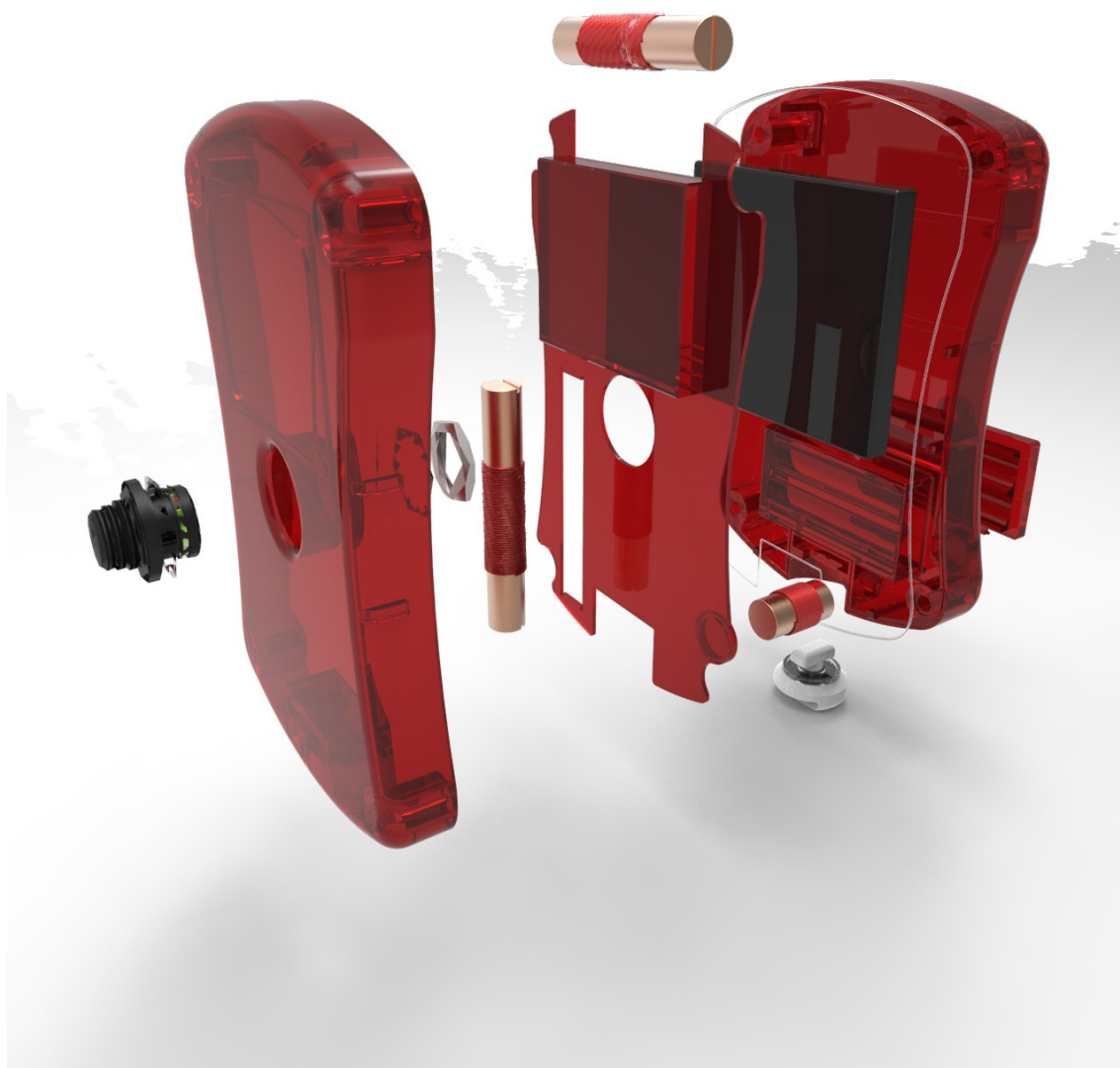
16.4.1.- ARVA EASY

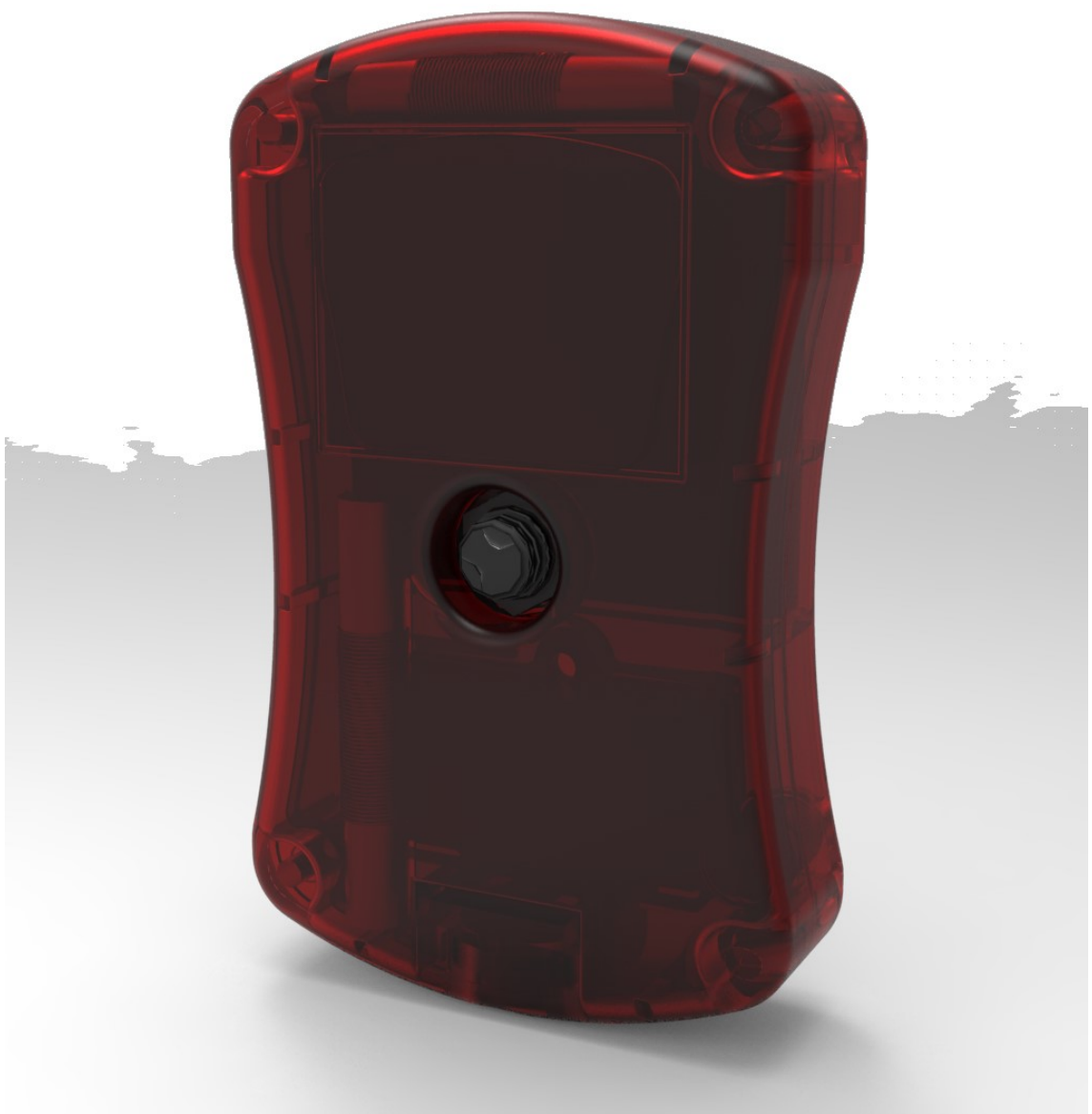




16.4.2.- ARVA TECH/PRO



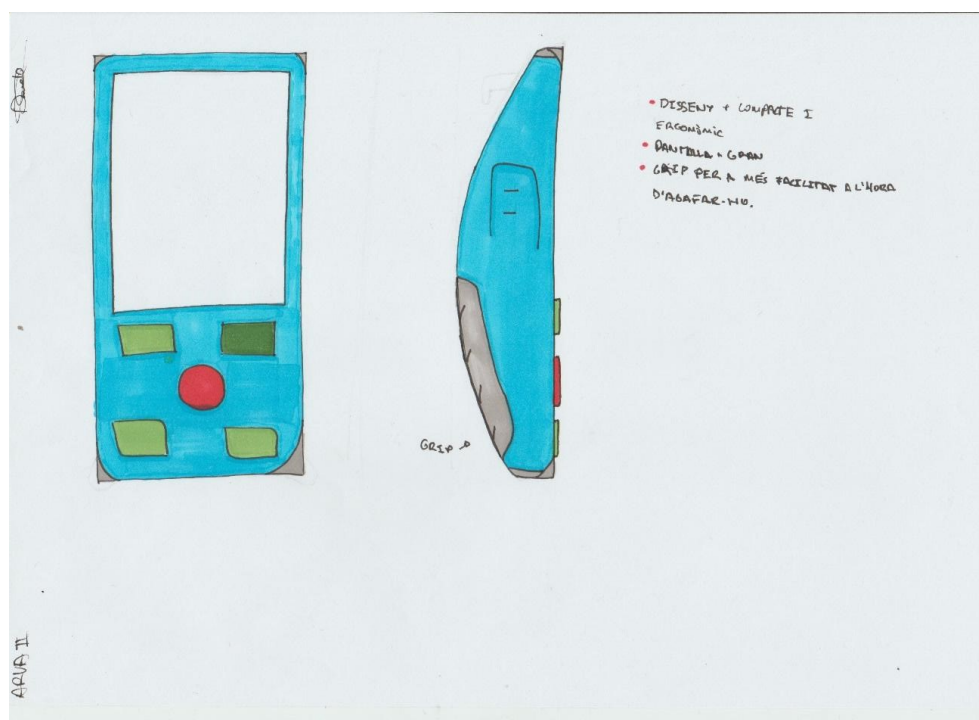
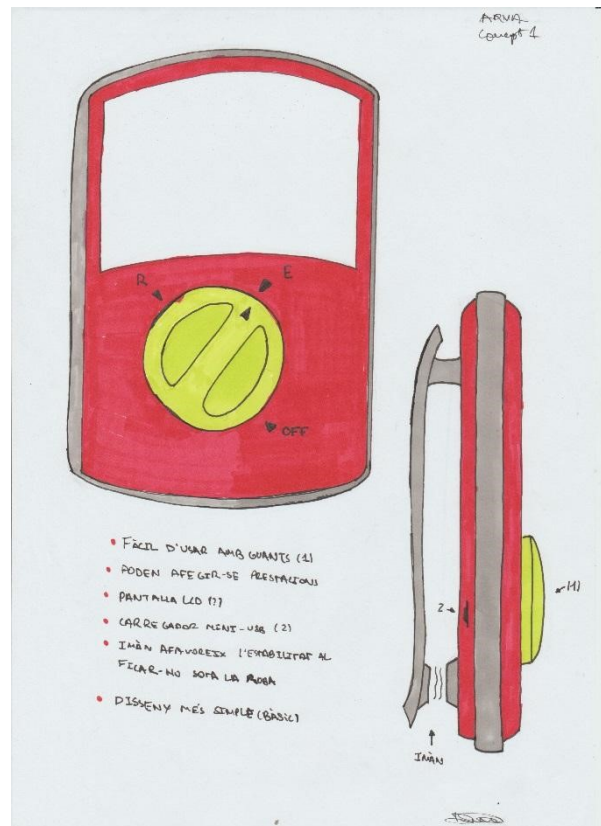


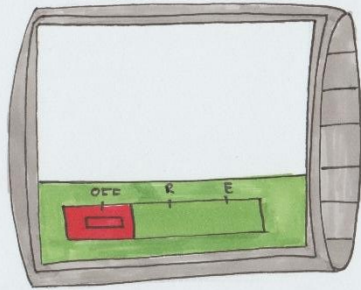




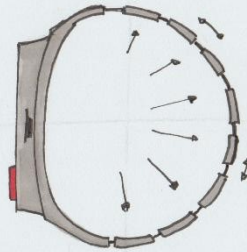


16.5.- CROQUIS I MAQUETES



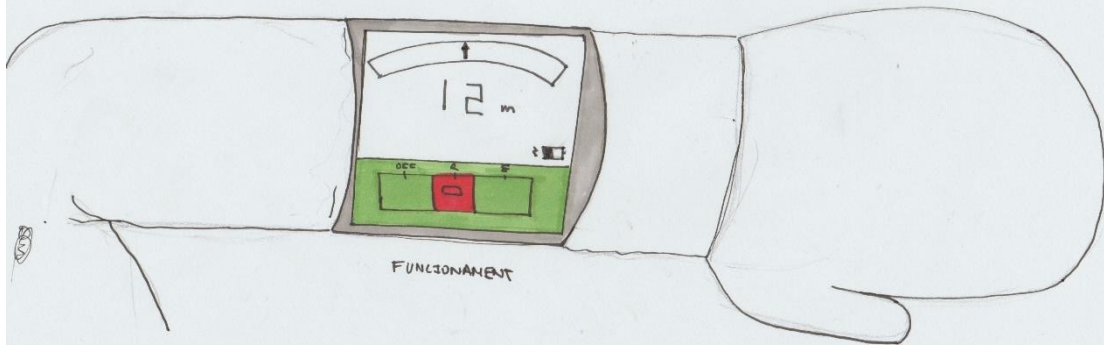


REPÒS (+DETAIL)



ESTERAT (OLLUNY)

- CONCEPTE MÉS RADICAL
(OUTSIDE THE BOX)



FUNCTIONANT

ADAM III

